

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TRABZON BÖLGESİ  
BRÜT HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYEL ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Mustafa Kemal ŞAHİN**

**ŞUBAT 2010  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TRABZON BÖLGESİ  
BRÜT HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYEL ANALİZİ**

**İnş. Müh. Mustafa Kemal ŞAHİN**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"İnşaat Yüksek Mühendisi"  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12.06.2009  
Tezin Savunma Tarihi : 15.02.2010**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hızır ÖNSOY  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Sefa AKPINAR  
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ**

**Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU**

**Trabzon 2010**

## ÖNSÖZ

Trabzon bölgesi hidroelektrik enerji potansiyel analizini konu alan bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Ana Bilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek bütün çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Danışman Hocam Prof. Dr. Hızır ÖNSOY'a teşekkürü bir borç bilirim.

Yine tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Sefa AKPINAR'a, Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ'ye, Yrd. Doç. Dr. M. İhsan KÖMÜRCÜ'ye, Arş. Gör. Adem BAYRAM'a, Arş. Gör. Murat KANKAL'a ve Öğretim Gör. Adem AKPINAR'a da çok teşekkür ederim. Maddi-manevi desteklerini esirgemeyen tüm hocalarıma, İnşaat Yüksek Mühendisi Oğuz YAVUZ'a, İnşaat Yüksek Mühendisi Mustafa AKDOĞAR'a, Mimar Miraç BOZAL'a, Bilişim Teknolojileri Öğretmeni oğlum Muhammet Ali ŞAHİN'e ve tüm arkadaşlarıma yürekten teşekkür ederim.

Bu çalışmada maddi-manevi desteklerini esirgemeyen DSİ XXII. Bölge Müdürü Mehmet Recep ÇITIR'a, Bölge Müdür Yrd. Mustafa UZUN'a, Etüt Plan Şube Müdürü Coşkun SAĞIR'a, Harita Mühendisi Faruk KÖROĞLU'na, Harita Mühendisi Levent TOSUN'a, Jeoloji Yüksek Mühendisi Murat SAĞSÖZ'e, İnşaat Mühendisi Sabit AYDIN'a, Meteoroloji Mühendisi Hasan ÇINAR'a, Meteoroloji Mühendisi Ali Rıza AYDIN'a, Meteoroloji Mühendisi Şinasi ÇAKMAK'a, Meteoroloji Mühendisi Hayati AKYÜZ'e ve aynı zamanda 1987'den beri çalıştığım kurum olan DSİ XXII. Bölge Müdürlüğü'nün tüm çalışanlarına da ayrı ayrı teşekkür ederim.

Son olarak, bu çalışma boyunca beni yalnız bırakmayan ve her türlü desteği veren kıymetli eşime ve değerli çocuklarıma, hayatım boyunca benden desteklerini esirgemeyen kıymetli anne ve babama da teşekkürlerimi sunarım.

Mustafa Kemal ŞAHİN  
Trabzon 2009

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY .....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	2
1.3. Bilimsel Eserlerin İncelenmesi .....	3
1.4. Enerji Kaynakları.....	7
1.4.1. Termik Enerji.....	8
1.4.1.1. Termik Santrallerde Elektrik Üretimi.....	8
1.4.1.2. Türkiye'nin Termik Enerji Potansiyeli.....	9
1.4.2. Nükleer Enerji.....	10
1.4.2.1. Nükleer Santrallerin Sınıflandırılması.....	10
1.4.2.2. Nükleer Enerjiden Elektrik Üretimi.....	11
1.4.2.3. Türkiye'de Nükleer Enerji Potansiyel.....	11
1.4.3. Jeotermal Enerji.....	12
1.4.3.1. Jeotermal Enerji'den Elektrik Üretimi.....	13
1.4.3.2. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli.....	13
1.4.4. Güneş Enerjisi.....	14
1.4.4.1. Güneş Enerji Sistemleri.....	14
1.4.4.2. Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyeli.....	15
1.4.5. Rüzgar Enerjisi.....	16
1.4.5.1. Rüzgar Türbinleri.....	17
1.4.5.2. Türkiye'nin Rüzgar Enerji Potansiyeli.....	17
1.4.6. Biyokütle Enerjisi.....	18
1.4.6.1. Biyokütle Enerjisi Elde Etme Yöntemleri.....	19

1.4.6.2.	Biyokütle Enerjisinden Üretilen Yakıt Çeşitleri.....	19
1.4.6.3.	Türkiye'nin Biyokütle Enerji Potansiyeli.....	19
1.4.7.	Hidrojen Enerjisi.....	20
1.4.7.1.	Hidrojen Üretiminde Kullanılan Yöntemler.....	20
1.4.7.2.	Hidrojenin Depolanması.....	21
1.4.8.	Deniz Dalgası Enerjisi .....	21
1.4.9.	Akıntı Enerjisi.....	22
1.4.10.	Gel-Git Enerjisi.....	23
1.4.11.	Hidroelektrik Enerji.....	23
1.4.11.1.	Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması.....	24
1.4.11.2.	Hidroelektrik Santrallerde Kullanılan Türbin Çeşitleri.....	25
1.4.11.3.	Hidroelektrik Santrallerde Enerji İletim Tesisleri.....	25
1.4.11.4.	Hidroelektrik Enerjinin Üstünlükleri ve Sakıncaları.....	28
1.4.11.5.	Türkiye'nin Hidroelektrik Enerji Potansiyeli.....	29
1.4.11.6.	Küçük Hidroelektrik Santraller ve Sınıflandırılması.....	33
1.4.11.7.	Küçük Hidroelektrik Santrallerin Üstünlükleri ve Sakıncaları.....	33
1.4.11.8.	Küçük Hidroelektrik Santrallerin Türkiye'deki Durumu.....	34
1.4.12.	Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretiminde Yatırım ve Birim Maliyetleri....	37
1.4.13.	Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli Hesaplama Yöntemi.....	38
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	39
2.1.	Trabzon Bölgesi Brüt Hidroelektrik Potansiyeli.....	41
2.1.1.	Trabzon Bölgesindeki Akarsuların Brüt Hidroelektrik Potansiyel Değeri...42	
2.1.2.	Trabzon Hidroelektrik Enerji Potansiyel Değerlendirme Çalışmaları.....	44
2.1.3.	Trabzon Bölgesi Brüt Hidroelektrik Enerji Tüketim Analizi.....	45
3.	BULGULAR VE İRDELEME.....	48
3.1.	Trabzon bölgesi Hidroelektrik Potansiyel Değerlendirme Çalışmaları, Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Ulusal Enerji Sistemine Verilecek Elektrik Enerjisi.....	48
3.1.1.	Trabzon bölgesi Mevcut Projeleri ve Brüt Potansiyelin Etüdü.....	51
3.1.2.	Trabzon bölgesi Mevcut Projeleri'nin Kurulu Güç Bakımından Etüdü.....	52
3.1.3.	Trabzon bölgesindeki Mevcut Projelerin Bölge Ekonomisine Katkısı.....	52
4.	SONUÇLAR.....	54
5.	ÖNERİLER.....	55

6.	KAYNAKLAR.....	57
7.	EKLER.....	61

ÖZGEÇMİŞ

## ÖZET

Geniş bir içeriğe sahip olan enerji çok fazla derinliğe sahip ve birçok alt kola ayrılan stratejik bir konudur. Günümüzde ekonomik kararlılığın ve sürdürülebilir kalkınmanın temelleri çevreye duyarlı ve erkin bir enerji politikasından geçmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin gelecekle ilgili bir enerji politikalarının olması zorunludur.

Ülkemiz enerji politikalarının ana hedefi, ihtiyacımız olan enerjinin zamanında, güvenilir, ucuz ve kaliteli şekilde elde edilmesidir. Bu politikalar çerçevesinde yerli kaynakların mümkün olduğunca kullanılması, devlet ve özel sektör ile yabancı sermayenin enerji alanındaki yatırımlarının arttırılması amacıyla önemli çalışmalar yapılmaktadır.

Bu tez çalışması yedi bölümden ve eklerden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde; enerji kaynakları, potansiyelleri, üstünlükleri ve sakıncaları, elektrik üretimindeki maliyetleri araştırılmış, bilimsel eserlerin incelenmesine yer verilmiştir. İkinci bölümde; Trabzon bölgesinde mevcut olan brüt hidroelektrik enerji potansiyelleri hesaplanmıştır. Üçüncü bölümde; bölgede 2005-2100 yılları arasında 5 yıllık periyotlarda elektrik enerjisi tüketimi tahmin edilmiş, hesaplanan brüt hidroelektrik enerji potansiyelin tamamının değerlendirilmesi halinde elektrik enerjisi tüketimini karşılama oranları ve ulusal enerji sistemine verilecek elektrik enerjisi miktarları bulunmuştur. Ayrıca, elde edilen bulgular ile bölgedeki hidroelektrik potansiyel değerlendirme çalışmaları karşılaştırılmıştır. Dördüncü bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar verilmiştir. Beşinci bölümde öneriler, altıncı bölümde kaynaklar ve yedinci bölümde ekler sunulmuştur.

Bu çalışma doğrultusunda, Trabzon bölgesinde, brüt hidroelektrik potansiyelin tamamen kullanılmadığı, DSİ ve diğer kurumlar tarafından geliştirilmiş olan projelerle ise potansiyelin ancak %48'inin kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrik Üretimi, Hidroelektrik Potansiyel, Yenilenebilir Enerji, Enerji Kaynakları

## SUMMARY

### **The Analysis of Hydroelectric Potential in Trabzon Region**

Energy is a strategic subject that has a big content, deepness and lots of branches. In today's world basis of the sustainable development and economical stability have been passing from the effective and environmental sensitive energy politics. Both developed and developing countries must have an energy politics for the future progresses.

The main goal of our country's energy policies is to ensure cheap and high quality energy supporting the social and economical developments safely and on time. In the frame of these policies, making use of national sources utmost and increasing the government, private sector and foreign investments on energy field are important studies that have to be made.

The study, consist of seven chapters and appendices. In the first chapter of the study, general knowledge about energy sources and the cost of electric production with its potentials, advantages and disadvantages as well as a general literature are presented. In the second chapter, gross hydroelectric energy potentials existing in Trabzon region is calculated. In the third chapter, for each 5 years period between 2005 - 2100, the electric energy consumptions in the regions is forecasted, all the gross hydroelectric energy potential is computed, the electric energy consumption meeting rations and interconnected electric energy quantities that will be processed into the system are calculated. Moreover, the evaluation studies of hydroelectric potential in the region are compared with obtained results. In the fourth chapter, the results of the study are listed. Fifth, sixth and seventh chapters includes recommendations, references and appendices respectively.

This study shows that, the gross hydroelectric potential in Trabzon region is not fully used, even with the projects evolved by DSI and other establishments, only %48 of the potentials will be able to be used.

**Key Words:** Electricity Production, Hydroelectric Potential, Renewable Energy, Energy Sources



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Türkiye'nin nükleer hammadde kaynakları.....	12
Şekil 2. Karelaj yöntemi uygulaması.....	40
Şekil 3. Trabzon bölgesi enerji tüketiminin yıllara göre değişimi.....	47
Şekil 4. Trabzon ilinde olası elektrik enerjisi tüketim miktarları.....	50
Şekil 5. Trabzon ilinde ulusal enerji sistemine verilecek elektrik miktarları.....	50
Şekil 6. Olası tüketim miktarları ve ulusal enerji sistemine verilecek elektrik enerjisi karşılaştırılması.....	51
Ek Şekil 1. Trabzon bölgesi havza haritası.....	62
Ek Şekil 2. Trabzon bölgesindeki derelerin pafta yerleşim haritası.....	63
Ek Şekil 3. DSİ XXII. bölge müdürlüğü sahasındaki HES'lerin bazılarının genel vaziyet planı.....	64
Ek Şekil 4. Bir hidroelektrik santralin temel bileşenleri.....	65
Ek Şekil 5. Basit bir HES'in yapısı.....	65
Ek Şekil 6. Trabzon bölgesindeki küçük derelerin ortalama kot çalışma haritası.....	66
Ek Şekil 7. Solaklı deresi ortalama kot çalışma haritası.....	67

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1.	Kullandıkları yakıtlara göre Türkiye'deki elektrik santralleri ve yüzdeleri...	9
Tablo 2.	2001 yılı itibariyle Türkiye jeotermal enerji durumu.....	13
Tablo 3.	Aylara göre Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi	15
Tablo 4.	Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisinin bölgelere göre dağılımı.....	16
Tablo 5.	Türkiye'de kurulu rüzgar enerjisi santralleri.....	18
Tablo 6.	Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması.....	24
Tablo 7.	Türkiye'de havzalara göre yıllık akış ve brüt hidroelektrik potansiyel.....	30
Tablo 8.	Hidroelektrik Santral Projelerinin Durumu.....	32
Tablo 9.	EİE' nin çalıştığı KHS Projelerinin Ön Verileri.....	35
Tablo 10.	Doğu Karadeniz Havzası'ndaki inşa, fizibilite ve su kullanım antlaşması yapılmış aşamasındaki küçük hidroelektrik santraller.....	36
Tablo 11.	Doğu Karadeniz Havzası ve Türkiye'deki aynı kapsam projelerin Karşılaştırması.....	37
Tablo 12.	Elektrik üretiminde yatırım ve birim maliyet karşılaştırılması.....	37
Tablo 13.	Trabzon ili akım gözlem istasyonları.....	41
Tablo 14.	Trabzon ili su kaynakları potansiyeli.....	42
Tablo 15.	Trabzon ilinin brüt hidroelektrik güç ve enerji potansiyeli.....	43
Tablo 16.	Trabzon Atası Barajı.....	44
Tablo 17.	Trabzon ilinde projelendirilmiş bulunan bütün HES'lerin özet bilgileri.....	45
Tablo 18.	Trabzon ilinde yıllara göre elektrik tüketimi.....	46
Tablo 19.	Trabzon Bölgesinde kişi başına düşen elektrik tüketimi.....	47
Tablo 20.	Trabzon ilinde elektrik enerjisi tüketimi ve sisteme verilecek elektrik miktarları.....	49
Ek Tablo 1.	Trabzon bölgesindeki küçük dereler.....	68
Ek Tablo 2.	Trabzon bölgesindeki küçük derelerin(102 adet) ortalama kot hesabı.....	69
Ek Tablo 3.	Solaklı deresinin ortalama kot hesabı.....	81
Ek Tablo 4.	Trabzon ilinde işletmede bulunan HES projeleri listesi.....	84
Ek Tablo 5.	Trabzon ilinde inşaatı fiilen başlamış bulunan HES projeleri listesi.....	84
Ek Tablo 6.	Trabzon ilinde inşaata başlayabilir durumda bulunan HES projeleri listesi...	85
Ek Tablo 7.	Trabzon ilinde su kullanım anlaşması yapılmış HES projeleri listesi.....	87
Ek Tablo 8.	Trabzon ilinde fizibilite aşamasında bulunan HES projeleri listesi.....	88

## SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Rotor süpürme alanı ( $m^2$ )
BG	: Buhar Gücü
CP	: Güç katsayısı (verim)
D	: Hava yoğunluğu ( $kg/m^3$ )
$E_{brüt}$	: Su kaynağının brüt enerjisi (kWh)
H	: Kot Farkı (m)
$H_0$	: Tünelde iç basıncı oluşturan su yüksekliği (m)
$H_{ort}$	: Havzanın ortalama kotu (m)
N	: Güç ( $(1000kg \times m)/s$ )
$N_{brüt}$	: Su kaynağının brüt gücü (kW)
P	: Güç çıktısı ( $Watt/m^2$ )
Q	: Debi ( $m^3/s$ )
$Q_{ort}$	: Su kaynağının ortalama debisi ( $m^3/s$ )
V	: Rüzgar hızı (m/s)
$\eta_{jen}$	: Jeneratörde enerji kaybı oranı
$\eta_{trans}$	: Transformatörde enerji kaybı oranı
$\eta_{tür}$	: Türbinde enerji kaybı oranı
$\gamma$	: Suyun birim hacim ağırlığı ( $t/m^3$ )

# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1. GİRİŞ

Günümüzde gelişmiş ülkelerin ulaştığı refah seviyesinin göstergesi, o toplumun kullandığı enerji miktarı olduğu söylenebilir. Bu durum ise, ulaşılan gelişmişlik düzeyinin sürdürülebilmesi ve diğer ülkelerin de gelişebilmeleri için gerek duyulan enerjinin sağlanabilmesi amacıyla doğal kaynakların tüketiminin daha hızlı bir şekilde devam edeceğinin işareti olarak değerlendirilebilir. Üstelik kullanılan bu enerjinin hemen hemen tamamı fosil kökenli kaynaklardan sağlanmaktadır [1].

Enerji yaşamımızın vazgeçilmez bir unsurudur. Günlük hayatımızda enerji olmadan yapamayacaklarımızı düşününce, enerji kavramı daha da önem kazanmaktadır. Teknolojik gelişmeler ve insanoğlunun ihtiyaçları doğrultusunda enerjiye olan ihtiyaç da gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle, şimdiden gelecekteki enerji sıkıntılarını yaşamamak için gerekli önlemlerin alınması gerekir. Enerji tüketimine paralel olarak çevre kirliliği ve atmosferimizdeki sera gazı etkisi de hızla artmaktadır. Buna çözüm olarak, dünyamızda yenilenebilir temiz enerji kaynaklarına yönelim mevcuttur.

Gelişmiş ülkelere baktığımızda, çevreye zararı en az olan ve tükenmeyen yenilenebilir enerji kaynaklarına ilginin arttığı görülmektedir. Dünya ülkelerinde de temiz enerji konusunda önemli adımlar atılmaktadır. Bunun en önemli sebebi, enerjinin hiç tükenmeyen ve doğada var olan kaynaklardan üretilmesi isteğidir. Fosil yakıtlar dünyanın enerji ihtiyacının oldukça büyük bir kısmını karşılamakta olup, bu yakıtların zamanla tükenecek olması ve çevreye olan zararları nedeniyle yenilenebilir enerji kaynakları daha da önem kazanmaktadır.

Doğal kaynaklarımızı korumamız ve enerji üretirken çevreye olan zararlı etkilerinin en az olduğu kaynaklara yönelmemiz gerekir. Bu kaynaklar yenilenebilir enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Bu tür kaynakların kullanımlarının yaygınlaşmasıyla çevre kirliliği büyük oranda azalacak ve teknoloji, ihtiyaçlar doğrultusunda hızla gelişecektir. Böylece her ülke öz kaynaklarından yararlanarak temiz, güvenilir ve çevresel zararları en az olan kaynakları kullanarak dışa bağımlılığı büyük ölçüde azaltabilecektir [2].

Çevre konusunda, ülkemiz düzeyinde kirlilik ve dünya ölçeğinde küresel ısınma riskinin azaltılmasına kadar tüm beklentilerimiz, bugün kullandığımızdan daha az kirleten

ve daha az sera gazı yayan enerji kaynakları kullanılmasını gerektirmektedir. Milli çıkarlarımız ise petrol kömür ve benzeri ithal yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması için yerel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Yeterli ve güvenilir enerjinin, zamanında ve düşük maliyetle sağlanması çok önemlidir.

Enerji Teknolojileri alanında dünyada büyük bir gelişme söz konusudur. Türkiye bu gelişmeleri yakından takip etmeli, Uluslararası Enerji Ajansı ve Atom Enerjisi Ajansı gibi kuruluşların AR-GE programlarında etkin şekilde yer almalıdır. Ülkemizde yeni teknolojilerin gelişmesi ve uyumu çalışmalarında ülke ihtiyaçlarının karşılanması esas alınmalı ve enerji sektöründe üniversite-sanayi işbirliğinin gelişmesine özen gösterilmelidir.

Enerji üretiminde yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş, rüzgar, jeotermal, deniz dalgasından ve biyokütle kaynaklarından daha üst düzeyde yararlanılmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasında 21.yüzyılda büyük artışlar olacaktır.

Ülkemizde ulusal ve yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik potansiyelin değerlendirilmesi için gerçekleştirilen hidroelektrik santrallerin (HES) yakıt masraflarının olmaması dolayısıyla işletme maliyetinin çok düşük olması, yük taleplerine kolaylıkla uyum göstermesi ve alternatif enerji kaynaklarına göre çevresel etkilerinin en az olması nedeniyle inşa edilerek işletmeye alınmaları büyük önem arz etmektedir [3].

## **1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Türkiye'nin kullanılabilir en önemli yenilenebilir enerji kaynağını, hidroelektrik enerji oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkelerin potansiyellerini büyük ölçüde değerlendirmiş olmalarına karşı, Türkiye'de işletmeye açılan tesislerle söz konusu potansiyelin ancak %37'lik bölümü hizmete sunulmuş durumdadır. Türkiye'nin brüt hidroelektrik enerji potansiyelinin 433 milyar kWh/yıl, teknik yönden değerlendirilebilir potansiyelinin 216 milyar kWh/yıl, ekonomik potansiyelinin ise 129.9 milyar kWh/yıl civarında olduğu varsayılmaktadır. Önümüzdeki 20 yıl içerisinde, bu potansiyelin tamamının kullanılmasını sağlayacak projelerin hızlandırılması zaruridir.

Bu çalışmanın amacı, Trabzon Bölgesinde brüt hidroelektrik enerji potansiyellerinin hesaplanması, bu potansiyellerin değerlendirilmesi halinde bölgede 2005-2100 yılları arasında 5 yıllık periyotlarda elektrik enerjisi tüketiminin belirlenmesi,

potansiyelin tüketimi karşılama oranlarının ve ulusal enerji sistemine verilecek elektrik enerjisinin irdelenmesidir.

Brüt hidroelektrik enerji potansiyelleri, akarsuların akım değerleri ve ortalama yükseklik değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Akarsuların akım değerleri DSİ XXII. Bölge Müdürlüğü Etüt Plan Şube Müdürlüğünden alınmıştır. Ortalama yükseklik değerleri ise Solaklı deresi örneği üzerinde güvenilirliği sınanarak önceki yıllarda yayınlanan “Enerji Kaynakları ve Doğu Karadeniz'in Hidroelektrik Potansiyel Dengesi Etüdü” adlı tezdin alınmıştır. İlgili tez çalışmasında akarsuların ortalama yükseklik değerleri 1/25000' lik haritalardan 2 cm x 2 cm karelej yöntemi ile belirlenmiştir [5].

Herhangi bir çalışmayla belirlenmemiş olan ve sayıları 102 adeti bulan küçük derelerin ortalama yükseklikleri de 1/25000' lik haritalar bilgisayar ortamına aktararak 1 cm x 1 cm karelej yöntemi ile tespit edilip bu çalışmada kullanılmıştır.

Trabzon Bölgesinin geçmiş yıllardaki elektrik enerjisi tüketiminin grafiği çizilmiş, zamanla değişiminin denklemi elde edilmiş ve bu denklem kullanılarak geleceğe yönelik muhtemel elektrik enerjisi tüketimi hesaplanmıştır. Ayrıca, çalışmadan elde edilen veriler, bu bölgedeki projelerle irdelenmiştir.

### **1.3. Bilimsel Eserlerin İncelenmesi**

İlgili çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Yavuz [4], Ordu-Samsun bölgesi hidroelektrik enerji potansiyeli üzerine çalışmıştır. Çalışmada enerji kaynakları, potansiyelleri, üstünlükleri ve sakıncaları ile elektrik üretimindeki maliyetleri araştırılmıştır. Ordu ve Samsun bölgesinde mevcut olan brüt hidroelektrik enerji potansiyelleri hesaplanmıştır. 2005-2065 yılları arasında 5 yıllık periyotlarda bölgedeki elektrik enerjisi tüketimi tahmin edilmiş, hesaplanan brüt hidroelektrik enerji potansiyelin tamamının değerlendirilmesi halinde elektrik enerjisi tüketimini karşılama oranları ve ulusal enerji sistemine verilecek elektrik enerjisi miktarları bulunmuştur. Elde edilen bulgular ile bölgedeki hidroelektrik potansiyel değerlendirme çalışmaları karşılaştırılmıştır. Çalışmada, 2007 yılı itibariyle Ordu bölgesinde brüt hidroelektrik potansiyelin kullanılmadığı, DSİ tarafından geliştirilen projelerle potansiyelin sadece %29'unun değerlendirilebileceği, Samsun bölgesinde ise potansiyelin % 17'sinin kullanıldığı; bu bölgelerdeki küçük derelerin proje bazında dahi dikkate alınmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Akdoğar [5], çalışmasında enerji kaynakları, potansiyelleri, üstünlükleri ve sınımları ile elektrik üretimindeki maliyetleri araştırmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin su potansiyelinden üretilebilecek brüt elektrik enerji miktarını hesaplamış ve hesaplanan mevcut brüt elektrik enerjisi potansiyelinin belirli oranlarda kullanılması halinde, gelecek yıllardaki tüketim potansiyeli ile karşılaştırmasını yapmıştır.

Yüksek vd. [6], Türkiye'nin uzun vadeli elektrik enerji talebinde hidroelektrik enerjinin rolünün araştırıldığı çalışmada; dünyadaki hidroelektrik enerji potansiyelinin ülkelere göre brüt, teknik, ekonomik potansiyeli; küçük hidroelektrik santrallerinin durumu, Türkiye'nin ve Doğu Karadeniz'in küçük hidroelektrik santral projeleriyle ilgili enerji potansiyeli hakkında bilgiler verilmiştir.

Çalışmada MAED (Model for Analysis of Energy Demand) modeline göre uzun vadeli elektrik enerji talebini tahmin etmek için 3 farklı senaryo uygulanmış ve Türkiye'nin elektrik enerji talebi 2010 yılında 217-270 Terawatt/saat, 2015 yılında 294-410 Terawatt/saat ve 2020 yılında ise 407-571 Terawatt/saat arasında değişecek olduğu bulunmuştur. Elektrik enerji talebi tahminleri ve hidroelektrik enerji potansiyeli ele alındığında, Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyelinin, 2020 yılında elektrik enerji talebinin yaklaşık %33-%46'sını karşılayacağı sonucuna varılmıştır.

Akpınar vd. [7], Türkiye'nin enerji kaynakları arasında, Jeotermal enerjinin yerinin araştırıldığı çalışmada, Türkiye'nin enerji kaynaklarıyla Jeotermal enerji karşılaştırılmış ve potansiyeli belirlenmiştir. Jeotermal potansiyelinin yalnızca %4'ünün kullanıldığı Türkiye'de diğer yenilenebilir ve fosil enerjilere göre temiz, ucuz olan Jeotermal enerjiye yatırım yapılmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Avcı [8], Türkiye'deki küçük hidroelektrik santrallerin gelişimini ve bugünkü durumunu incelemiştir. Türkiye'nin enerji kaynaklarını ve enerji talebini araştırarak küçük hidroelektrik santrallerin önemini ortaya koymaya çalışmıştır. Bu hedef doğrultusunda kamu-özel sektör ortaklıklarının geliştirilmesine, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun fonksiyonlarının genişletilmesini, başta Dünya Bankası olmak üzere uluslararası kaynaklardan faydalanma oranının artırılmasını ve enerji üretiminde Yap-İşlet-Devret modelinin desteklenmesini savunmaktadır. Bu çerçevede, çevre ile en uyumlu enerji üretim yöntemi olan küçük hidroelektrik santralleri, Türkiye'nin artan enerji ihtiyacının karşılanmasında en önde gelen alternatiflerden biri olarak ortaya koymaktadır.

Özkök [9], Hidroelektrik potansiyel belirleme metodları ve uygulamaları üzerine çalışmıştır. Çalışmada, hidroelektrik santraller sınıflandırılmış, hidroelektrik potansiyel

belirleme metotları açıklanmış ve bunların uygulamaları yapılmıştır. Hidroelektrik potansiyelin belirlenmesinde yaygın olarak iki metot, debi süreklilik eğrisi metodu ve ardışık akım öteleme metodu irdelenmiştir. Çoruh havzasında seçilen 8 akım gözlem istasyonuna, debi süreklilik eğrisi metodu uygulanmıştır. İstasyonlar için 20 yıllık, aylık, ortalama akım verileri kullanılarak çizilen debi süreklilik eğrilerinden zamanın %95'inde var olan debilere göre hesap yapılmış ve böylece güvenilir hidroelektrik potansiyeller hesaplanmıştır. Oymapınar barajına ait son 5 yıllık, aylık verilere ise ardışık akım öteleme metodu uygulanmıştır. Baraj için aylık bir hesap tablosu yapılmış ve aylık üretilebilecek enerji, toplam enerji ve ortalama enerji miktarları bulunmuştur. Daha sonra bulunan bu değerler mevcut değerlerle karşılaştırılmıştır.

Hürdoğan [10], Enerji Kaynakları ve Türkiye'nin Jeoenerjetik konumu üzerine çalışmıştır. Çalışmada, geleneksel (kömür, petrol ve doğalgaz), yenilenebilir (hidroelektrik, rüzgar, güneş, jeotermal, okyanus), alternatif (nükleer, füzyon) enerji kaynakları; ara enerji sistemi (hidrojen) ve güç üretim sistemleri (buhar türbini, gaz türbini, mikro türbin, içten yanmalı motorlar, yakıt pili) incelenmiştir. Bu enerji kaynaklarından elektrik ve ısı elde etme metotları detaylı bir şekilde açıklanırken, her bir enerji kaynağının potansiyeli, geleceği, ekonomisi, olumlu ve olumsuz çevresel etkileri üzerinde de durulmuştur. Dünya enerji platformu Amerika, Birleşik Krallık, Avrupa Birliği, Japonya ve gelişmekte olan ülkeler başlıkları altında incelenirken; ülkemizin enerji yönetimi açıklanmış, enerji kaynaklarımız hakkında detaylı bilgiler verilmiş, enerji alanında yapılması gerekli yatırımlar ve alınması gerekli önlemler sunulmuş ve güncel örneklerle bu düşünceler desteklenmiştir.

Yılankırkan [11], çalışmasında, Enerji ve Türkiye'deki Alternatif Enerji Kaynakları ile bu kaynakların kullanım potansiyelini belirlemeye çalışmıştır. Alternatif enerji kaynaklarının öncelikle tespiti yapılarak bu enerji kaynakları incelemiştir. Alternatif enerji kaynaklarının fosil yakıtlara göre daha çevre dostu olduklarını, gelişen teknolojiyle birlikte değerlendirilme imkanlarının artmakta olduğunu tespit etmiştir. Alternatif enerji kaynaklarından güneş, jeotermal ve az da olsa rüzgar enerjisinin kullanılabilir potansiyelinin mevcut olduğu, fakat yeterince kullanılmadığını, hidrojen, biyogaz ve deniz dalgası enerjilerinin ise potansiyel olmasına rağmen hemen hemen hiç kullanılmadığını tespit etmiştir.

Çakay [12], çalışmasını 2023 yılında Türkiye'nin enerji konusundaki vizyonuna yön çizebilmek için hazırlamıştır. Kıyaslama yapabilmek için hem dünya ülkeleri hem de



Türkiye'nin 2003 yılındaki durumu karşılaştırmıştır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarının varlığı ve genç nüfusu Türkiye'nin gelecek yüzyıldaki enerji ihtiyacını karşılamada büyük rol oynayacağı, bunun da enerji sektöründe yapılacak özelleştirme çalışmalarısıyla, sağlanabileceği sonucuna varmıştır.

Kavak [13], Türkiye'nin enerji politikaları için stratejik planlama yapmaya çalışmıştır. Bu çalışmada, dünya ve Türkiye'nin mevcut enerji durumlarını gözden geçirmiş; Türkiye'nin mevcut, muhtemel ve mümkün enerji kaynaklarını incelemiş; sorunlar ve enerji piyasasındaki gelişmeleri tahlil etmiş ve son olarak, enerji talep tahminlerinin ışığında bir stratejik planın ana hatlarını göstermiştir.

Akım [14], Ulaştırma ve Enerji üzerine çalışmıştır. Çalışmada, Türkiye ve dünyada enerji üretimine ilişkin bilgiler ve planlamalar hakkında geniş çapta bir inceleme yapmıştır. Bu bağlamda Türkiye'de enerji ile ilgili kuruluşlar, bu alanda yapılan anlaşmalar ve Türkiye'nin enerji politikası konusunda önem taşıyan ilkeler, belirtilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, Türkiye'de enerji tüketiminin sanayi, konut ve hizmetler, ulaştırma, tarım gibi sektörlerle dağılımı ve oluşan enerji kayıpları ele alınmıştır. Bununla birlikte, ulaşım türlerinin enerji türü ve tüketimi açısından karşılaştırmasını yaparak, ulaşım sistemleri hakkında da bilgiler vermiştir. Türkiye'de nükleer enerji kullanılarak enerji üretiminin artırılmasının bir zorunluluk olduğu ve ulaştırmada, toplu taşımaya yönlendirme zorunluluğu olduğu sonucuna varmıştır. Şu an var olan enerjinin ülkenin geleceği açısından yeterli olmadığı yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili kanunların acilen çıkarılması gerektiği vurgulanmıştır.

Şener [15], dünyada ve Türkiye'de enerji sektörünün genel durumu ve Türkiye'nin elektrik enerjisi üretim ve tüketim tahminleri üzerine çalışmıştır. Bu çalışmada, öncelikle enerji sektörünün dünyadaki genel görünümü irdelenmiştir. Bu amaçla, fosil yakıtlar olan petrol, doğal gaz, taşkömürü ve linyitin rezerv, üretim ve tüketim durumları incelenmiş, daha sonra da hidrolik enerjinin, nükleer enerjinin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya genelindeki üretimi ve tüketimi etüt edilmiştir. Türkiye'nin enerji sektörünün genel görünümünün incelenmesi için, 1980-1998 yılları arasındaki birincil enerji kaynaklarının üretim ve tüketimleri açıklanmış, nihai enerji tüketiminin kaynaklara ve sektörlerle göre dağılımı irdelenmiş ve enerji üretim, talep, ithalat ve ihracatın gelişimi hakkında bilgi vermiştir. Ayrıca çalışmada, önümüzdeki dönem için yapılmış olan genel enerji talebi tahmininden ve birincil enerji kaynakları üretim hedeflerinden bahsedilmiş ve enerji kaynakları ithalatı programı açıklanmıştır. Elektrik enerjisi üretim ve tüketimlerini, zaman

serisi analiz yöntemi ile ayrı ayrı modellemiş ve bu modeller yardımı ile kısa dönem elektrik enerjisi üretim ve tüketim değerleri için tahminlerde bulunmuştur.

#### 1.4. Enerji Kaynakları

Aralarında pek kesin sınır olmamasına karşın enerji kaynaklarını ikiye ayırmak yerinde olur. Bunlar birincil enerji kaynakları ve ikincil enerji kaynaklarıdır. Birincil enerji kaynakları, insanlarca hemen kullanılamayan, bir işlemde geçtikten sonra kullanılabilen kaynaklardır. Mesela petrol böyle bir enerji kaynağıdır. Ham petrol, ancak arıtımında arıtıldıktan sonra elde edilen türevleri doğrudan kullanılabilir enerji kaynağı olur. Elektrik enerjisi hemen kullanılabilir enerji kaynaklarına ikincil enerji kaynakları denir.

Birincil enerji kaynakları da kendi içinde ikiye ayrılabilir. Bunlardan birincisi, tükenir (yenilenemez) enerji kaynakları, ikincisi de tükenmez (yenilenebilir) enerji kaynaklarıdır. “Tükenir” terimi, insanlık için kısa bir gelecekte tükenebileceği öngörülen, kendini yenilemeyen enerji kaynakları için kullanılır. Bu kaynaklar, bir şekilde, eskiden depolanmış kaynaklardır. Bu kaynakların içine, milyonlarca yılda oluşmuş fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz) ile dünyanın oluşumuyla yaşıt uranyum ve toryum elementleri girer.

İkinci tür enerji kaynakları olan tükenmez enerji kaynakları, insanlık için oldukça uzun sayılacak bir gelecekte tükenmeden kalacak kaynaklardır. Bunların başında Güneş gelmektedir. Güneş, bugünkü hesaplamalara göre daha milyarlarca yıl bugünkü durumunu koruyacaktır. Yani insanlar için bu enerji kaynağı, yenilenebilir (tükenmez) bir enerji kaynağıdır. Diğer yenilenebilir enerji kaynakları olarak, hidrolik enerjiyi, rüzgar enerjisini, deniz dalgası enerjisini, akıntı enerjisini, verici ısını (jeotermal enerji) ve Ay'ın etkisiyle oluşan denizlerdeki gel-git enerjisini sayabiliriz [16].

Türkiye'de enerji üretiminde, üretim payındaki sırasıyla doğal gaz, linyit, akaryakıt, hidrolik ve taşkömürü kullanılmaktadır. Üretimin talebi karşılamadığı enerji türleri ithalat yoluyla sağlanmaktadır. Dışarıdan ithal edilen kaynaklar içinde en büyük payı petrol ve doğal gaz almaktadır.

Ülkemiz birincil enerji kaynakları, dünya rezervleri ile kıyaslandığında miktar ve kalite itibarıyla çok düşük seviyelerdedir. Buna karşın, yenilenebilir enerji kaynakları, ülkemizde mevcut kaynaklar içinde büyük bir potansiyele sahiptir.

Geleneksel enerji üretim yöntemleri bugün çevre kirliliğinin önemli nedenlerinden

biridir ve bu yöntemlerde kullanılan fosil yakıtların tüketiminin, çevre konusundaki uluslararası taahhütler nedeni ile azaltılması gündemde olan bir konudur. Ayrıca, fosil yakıtların bir süre sonra tükeneceği de bilinmektedir. Bütün gelişmiş ülkeler çevre-dostu, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmaya olağanüstü bir önem vermektedir. Bu yönüyle gelecek yüzyıl, güneş ve onun türevleri ile diğer tükenmez ve temiz enerji kaynakları kullanımında atılım yapılacak bir yüzyıl olma görünümündedir [17].

### **1.4.1. Termik Enerji**

Yakıt yakıp suyu ısıtarak, oluşan su buharının türbinleri döndürmesiyle elde edilen enerji türüdür. Yakıt olarak linyit, taşkömürü, fuel-oil, motorin, doğalgaz ve jeotermal ısı kullanılmaktadır. Bazı bölgelerde topraktan çıkan buhar ile yer gazı termik kaynak olarak elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır [18].

#### **1.4.1.1. Termik Santrallerde Elektrik Üretimi**

Termik santraller, katı, sıvı, gaz halindeki yakıtlarda var olan kimyasal enerjinin yakılması sonucu ısı olarak ortaya çıkarılması ve bunun daha sonra hareket ve elektrik enerjisine çevrilme işinin yapıldığı santrallerdir. Kısaca termik santraller kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü tesislerdir.

Elektrik enerjisi üretmek için yakıtın kimyasal enerjisinin ısı enerjisi şeklinde açığa çıkması gerekir ve bu da yakıtın yanması ile gerçekleşir. Bu olayın termik santrallerde olduğu yere kazan denir. Kazanda açığa çıkan bu enerji borularda dolaşan suya verilir ve su buhar fazına geçer. Enerji yüklü bu buhar, buhar türbini rotoruna verilir ve buhar rotorunu harekete geçirerek, ısı enerjisi hareket enerjisine dönüştürülmüş olur. Bu hareket enerjisi bir döner alternatif makinesi olan senkron jeneratöründe elektrik enerjisine dönüştürülür.

Türkiye'deki termik santrallerde kullanılan yakıtlar; linyit, taşkömürü, fueloil, motorin, doğalgaz ve yeraltı buhar santralidir. Kullandıkları yakıtlara göre termik santraller Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kullandıkları yakıtlara göre Türkiye'deki termik santraller ve yüzdeleri [19].

	<b>Kullanılan Yakıt</b>	<b>Yüzdeleri</b>
Katı Yakıtta	Linyit ve Taşkömürü	23.48
Sıvı Yakıtta	Fueloil ve Motorin	7.65
Gaz Yakıtta	Doğalgaz	35.53
	Yeraltı Buhar Santrali	0.04
<b>Toplam</b>		<b>66.7</b>

Termik santrallerin elektrik enerjisi üretimine katkısı % 66.7 dir.

#### **1.4.1.2. Türkiye'nin Termik Enerji Potansiyeli**

Son on yıldır ülkemiz linyit sektöründe yeni bir üretim projesi işletmeye alınamamıştır. Ancak, 2003 yılında 2x60 MW'lık akışkan yataklı yakma sistemli Çan Termik Santrali'nin ve 2004 yılında 4x50 MW'lık Elbistan-B Termik Santrali'nin devreye alınması ile termik santrallerin toplam kurulu gücü 8120 M W a, kömür tüketim kapasitesi ise 80 milyon ton/yıl'a ulaşacaktır [20].

Elektrik enerjisi arz problemi yaşandığı günümüzde problemin çözümüne yönelik olarak izlenen politikalarda genelde öz kaynaklarımızın daha etkin kullanımını amaçlayan projeler yerine kısa vadeli çözümlere gidilmekte ve enerji güvenliğimizi de olumsuz yönden etkileyebilecek olan doğal gaz santrallerinin yapımına hız verilmektedir. Gecikmiş olan linyite dayalı termik santral ve maden projelerinin başlatılıp, bitirilmesi enerji güvenliğimiz yönünden önem taşımaktadır. MTA'nın kömür aramalarına yeniden ve süratle başlamasına yönelik yapılanmayı sağlamak gerekmektedir. Böylelikle, günümüze dek bilinmeyen ve varlığı muhtemel yeni kömür kaynakları da saptanabilecektir [20].

Yerli enerji üretiminin talebi karşılama oranı sürekli bir azalma eğilimi içerisinde. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan uzun dönemli planlamalarda bu oranın 2010 yılında % 29'a, 2015 ve 2020 yılında da % 25'e gerilemesi beklenmektedir.

## 1.4.2. Nükleer Enerji

Nükleer enerji atom çekirdeklerinin parçalanması sonucunda büyük bir enerji açığa çıkmaktadır. Ağır atom çekirdeklerinin nötronlarla bombardımanı sonucunda bu çekirdeklerin parçalanması sağlanabilir ve bu tepkimeye 'filyon' denilmektedir. Her bir parçalanma tepkimesi sonucunda açığa filyon ürünleri, enerji ve 2 -3 adet nötron çıkmaktadır.

Ayrıca atom çekirdeklerinin birleşme tepkimeleri de büyük bir enerjinin açığa çıkmasına neden olmakta ve bu olaya 'füzyon' adı verilmektedir. Bu tepkimenin sağlanabilmesi için atom çekirdeğinde bulunan artı yüklerin birbirini itmesinden kaynaklanan kuvvetin yenilmesi gerekmektedir. Çok yüksek sıcaklıkta yüksek enerjiye ulaşan atom çekirdeklerinin çarpışması ile füzyon tepkimesi sağlanabilir. Filyon ve füzyon tepkimeleri ile elde edilen enerjiye nükleer enerji denilmektedir [21].

### 1.4.2.1. Nükleer Santrallerin Sınıflandırılması

Nükleer santraller birincil (soğutma) sistemlerindeki farklılıklara göre değişik şekillerde adlandırılırlar. Bunlar hafif su soğutmalı reaktörler ve ağır su reaktörleridir. Hafif su soğutmalı reaktörlerin de basınçlı ve kaynar su reaktörü olmak üzere iki değişik tipi bulunmaktadır. Nükleer santraller kullandıkları nükleer yakıt tiplerine göre; doğal uranyumlu, zenginleştirilmiş uranyumlu ve plütonyumlu olarak da ayrılır [22].

**Basınçlı Su Reaktörü:** Dünyada ticari olarak en yaygın kullanılan reaktör sistemidir. %2.5 ile %3 oranında zenginleştirilmiş uranyum yakıtla çalışır. Üretilen enerji birincil devre soğutucu (hafif su) vasıtasıyla reaktör kalbinden çekilir ve çekilen enerji buhar üreticileri vasıtası ile ikincil devreye aktarıldıktan sonra soğutucu birinci devre pompası tarafından reaktör kalbine geri gönderilir. İkincil devreye aktarılan ısı enerjisiyle üretilen buhar, türbin-jeneratör vasıtası ile elektrik enerjisine dönüşür.

**Kaynar Su Reaktörü:** Basınçlı su reaktöründen sonra en yaygın kullanılan reaktör sistemidir. Basınçlı su reaktörlerinden temel farkı reaktör koru içinde kaynama olayına izin verilmesidir. %3 civarında yakıt kullanılmaktadır. Belli bir oranda buharlaşan soğutucu, nem ayırıcı ve kurutucuları geçtikten sonra taşıdığı ısı enerjisi türbin ve jeneratör vasıtası ile elektrik enerjisine dönüşür.

Basınçlı Ağır Su Reaktörü: Basınçlı ağır su reaktörleri, tasarımlarında, fiziksel ve termodinamik özellikleri suya çok benzeyen ancak nötronik özellikleri farklı olan ağır suyu soğutucu ve yavaşlatıcı olarak kullanan reaktörlerdir [23].

#### **1.4.2.2. Nükleer Enerjiden Elektrik Üretimi**

Esasında hemen hemen tüm nükleer santral tasarımlarında ısı enerjisinin soğutucuya aktarılması sağlanır. Bu soğutucu nükleer santrallerde genellikle sudur. Soğutucuya aktarılan ısı ile ya soğutucunun doğrudan buharlaşması sağlanır ya da buhar üreticileri adı verilen bir ısı aktarma sistemi sayesinde ayrı bir çevrimde dönen suyun buharlaşması sağlanır. Üretilen buhar türbini çevirir ve türbine bağlı jeneratörün dönmesiyle de elektrik enerjisi üretilir [23].

#### **1.4.2.3. Türkiye'de Nükleer Enerji Potansiyel**

Türkiye'de devlet politikası olarak kararlı bir şekilde uygulamaya konmuş mevcut bir nükleer enerji politikasının bulunmadığı görülmektedir. Türkiye'de ilk üç nükleer santral projesi başarısızlıkla sonuçlanmıştır. 5 yıllık kalkınma programlarında, yatırım programlarında pek çok kez yer almasına rağmen ticari nükleer santral projeleri kararlılıkla yürütülememiştir. Akkuyu sahası için yer lisansı almak için gerçekleştirilen çalışmalar dışındaki bütün çalışmalar ve bunlar için harcanan kaynaklar büyük ölçüde boşa gitmiştir [25].

Türkiye'de aramalar sonucunda 9129 ton uranyum bulunmuştur. Türkiye'nin nükleer hammadde kaynaklarından olan uranyum yataklarının yerleri Şekil 1'de verilmiştir [3].



Şekil 1. Türkiye'nin nükleer hammadde kaynakları [3].

Ülkemizde 2020 yılındaki elektrik talebi 544 milyar kWh olarak tahmin edilmekte ve bu da her geçen gün enerjide dışa bağımlılığın arttığını göstermektedir. İthal olunan enerji türlerinin çeşitlendirilmesi ithal güvencesi açısından gereklidir. Enerji açığının ithal edilen kömür ve doğal gaz ile kapatılması önemli mali problemleri ortaya çıkaracaktır. Bu nedenle nükleer enerji teknolojisi ülkemiz için zorunlu hale gelmiştir [3].

### 1.4.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren su, buhar ve gazlardır. Jeotermal enerji de bu jeotermal kaynaklardan ve bunların oluşturduğu enerjiden faydalanmayı kapsamaktadır. Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmez, ucuz, güvenilir, çevre dostu, yerli bir enerjidir. Ayrıca, jeotermal enerjinin rüzgar, yağmur, güneş gibi meteoroloji şartlarından bağımsız olması, kullanıma hazır niteliği fosil enerji veya diğer enerji kaynaklarına göre çok daha ucuz olması gibi üstünlükleri de bulunmaktadır [24].

Sınıflandırma:

Jeotermal enerji sıcaklık içeriğine göre 3 kısma ayrılır.

- Düşük sıcaklıklı sahalar (20-70°C)
- Orta sıcaklıklı sahalar (70-150°C)
- Yüksek sıcaklıklı sahalar (150°C den yüksek) [25].

### 1.4.3.1. Jeotermal Enerji'den Elektrik Üretimi

Hazne sıcaklığı 80°C'den fazla olan jeotermal akışkandan elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Başlıca elektrik üretme teknikleri şunlardır;

- Kuru Buhar Sistem
- Tek Buharlaştırılmalı Sistem
- Çift Buharlaştırılmalı Sistem
- Toplam Akış Sistemi (Binary Çevrim) [28].

### 1.4.3.2. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli

Türkiye'de bilinen 1000 dolayında sıcak su ve mineralli su kaynağı ile jeotermal kuyu mevcuttur. Sıcaklığı 40 °C'nin üzerinde olan jeotermal sahaların sayısı ise 170'dir. Bunların 11 tanesi yüksek sıcaklık saha olup elektrik üretimine uygundur. (Aydın-Germencik (232 °C), Manisa-Salihli-Göbekli (182 °C), Çanakkale-Tuzla (174 °C), Aydın-Salavath (171 °C), Kütahya-Simav (162 °C), İzmir-Seferihisar (153°C), Manisa-Salihli-Caferbey (150 °C), Aydın-Yılmazköy (142 °C), İzmir-Balçova (136 °C), İzmir-Dikili (130 °C).

Türkiye'de elektrik üretimine uygun jeotermal alanlardan sadece Denizli-Kızıldere sahasında 20 MW gücünde santral kurulmuş olup 12 MW elektrik üretimi yapılmaktadır. Ülkemizde jeotermal sahalar büyük bir çoğunlukla orta ve düşük sıcaklıklı sahalardır ve bilinen jeotermal sahaların %95'i bina ısıtma için uygundur.

Türkiye'nin muhtemel jeotermal ısı potansiyeli 31500 MWt olarak tahmin edilmektedir. 2005 yılı sonu itibariyle MTA tarafından yapılan jeotermal sondajlara göre muhtemel potansiyelin 2924 MWt'i görünür potansiyel olarak kesinleştirilmiştir. Türkiye'deki doğal sıcak su çıkışlarının 600 MWt olan potansiyeli de bu rakama dahil edildiğinde toplam görünür jeotermal potansiyel 3524 MWt'a ulaşmaktadır [29].

Türkiye'nin 2001 yılı itibariyle jeotermal enerji durumu Tablo 2'dedir.

Tablo 2. 2001 yılı itibariyle Türkiye jeotermal enerji durumu [29].

	Teorik Potansiyel	Belirlenen Potansiyel
Elektrik Enerjisi (MWe)	4500	200
Isı Enerjisi (MWt)	31100	2250



Çok yüksek teorik jeotermal potansiyele sahip olan Türkiye'de bu potansiyel ve mevcut kurulu güç bakımından çok düşük seviyelerdedir. Özellikle ısı enerjisi kullanımında yüksek bir teorik potansiyele sahip olan Türkiye bu alanda yatırımlar yapmalıdır.

#### **1.4.4. Güneş Enerjisi**

Güneş yeryüzündeki canlı hayatının temel kaynağı olduğu gibi, bütün enerji türleri doğrudan veya dolaylı olarak güneş enerjisine bağlı olarak meydana gelmiştir. Örneğin rüzgar farklı bölgelerin güneş tarafından farklı miktarlarda ısıtılmasına bağlı olarak meydana gelmektedir. Kömür bitkisel, petrol ise hayvansal kökenlidir. Bitki ve hayvanların varlığı ise güneşe dayanmaktadır. Güneş enerjisi bilinen en eski birincil enerji kaynağı olduğu gibi temiz, yenilenebilir özellikte olup, dünyamızın her tarafında fazlasıyla bulunmaktadır [1].

Güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışıma enerjisidir güneşteki hidrojen gazlarının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanır. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, aşağı yukarı sabit ve 1370 W/m<sup>2</sup> değerindedir, ancak yeryüzünde 0-1100 W/m<sup>2</sup> değerleri arasında değişim gösterir.

Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir [30].

##### **1.4.4.1. Güneş Enerji Sistemleri**

Güneş enerjisi uygulamaları esas olarak ısı sistemleri ve fotovoltaik sistemler olarak iki gruba ayrılabilir [31,32].

###### **1. Isıl Sistemler**

- Güneş Kolektörlü Sıcak Su Sistemleri
- Güneş Bacaları
- Güneş Havuzları

## 2. Fotovoltaik Sistemler

- Parabolik Oluk Kollektörler
- Parabolik Çanak Sistemler
- Güneş Pilleri
- Merkezi Alıcı Sistemler

### 1.4.4.2. Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyeli

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde (DMI) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3.6 kWh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Aylara göre Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri ise Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Aylara göre Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi [30].

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi kWh/m <sup>2</sup>	Güneşlenme Süresi (saat)
Ocak	51.75	103
Şubat	63.27	115
Mart	96.65	165
Nisan	122.23	197
Mayıs	153.86	273
Haziran	168.75	325
Temmuz	175.38	365
Ağustos	158.40	343
Eylül	123.28	280
Ekim	89.90	214
Kasım	60.82	157
Aralık	46.87	103
<b>Toplam</b>	<b>1311</b>	<b>2640</b>
<b>Ortalama</b>	<b>3.6 kWh/m<sup>2</sup>-gün</b>	<b>7.2 saat/gün</b>

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı da Tablo 4'de verilmiştir. Ancak, bu değerlerin, Türkiye'nin gerçek potansiyelinden daha az olduğu, daha sonra yapılan çalışmalar ile anlaşılmıştır. 1992 yılından bu yana EİE ve DMİ, güneş enerjisi değerlerinin daha sağlıklı olarak ölçülmesi amacıyla enerji amaçlı güneş enerjisi ölçümleri almaktadırlar. Devam etmekte olan ölçüm çalışmalarının sonucunda, Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin eski değerlerden %20-25 daha fazla çıkması beklenmektedir. Güneş enerjisi verilerinin ölçülmesi konusunda Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü faaliyet göstermektedir. EİE de 1991 yılından bu yana kendi güneş enerjisi gözlem istasyonları kurmaktadır. Güneş enerjisi ile ilgili standartlar hazırlanması konusunda Türk Standartları Enstitüsü;

- TS 3680 -Güneş Enerjisi Toplayıcılar
- TS 3817 - Güneş Enerjisi, Su Isıtma Sistemlerinin Yapım, Tesis ve İşletme Kuralları

konulu standartları hazırlamıştır [30].

Tablo 4. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisinin bölgelere göre dağılımı [30].

<b>Bölge</b>	<b>Toplam Güneş Enerjisi kWh/m<sup>2</sup>-yıl</b>	<b>Güneşlenme Süresi Saat/yıl</b>
G. Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971
<b>Türkiye Ortalaması</b>	<b>1311</b>	<b>2640</b>

#### **1.4.5. Rüzgar Enerjisi**

Rüzgar enerjisi, rüzgar oluşturan hava akımının sahip olduğu hareket (kinetik) enerjidir. Bu enerjinin bir bölümü rüzgar enerji sistemleri sayesinde yararlı olan mekanik veya elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir. Rüzgardan enerji elde edilmesi sırasında fosil, nükleer ve diğer yöntemler gibi atmosfere zararlı gazlar salınmaz, dolayısıyla rüzgar enerjisi temiz bir enerji kaynağıdır. Meydana getirdiği tek kirlilik gürültüdür [33].

Ülkemizde rüzgar enerjisi pek fazla kullanılmamakla birlikte, çevre dostu olması ve

kaynak maliyetlerinin sıfır olması bu enerji kaynağına ilgiyi giderek arttırmakta, bu nedenle yapılan yatırımlar ve enerjinin kullanımı yaygınlaşmaktadır.

#### 1.4.5.1. Rüzgar Türbinleri

Rüzgar türbinleri, rüzgardaki kinetik enerjiyi önce mekanik enerjiye daha sonrada elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir.

Rüzgar Türbinleri Elemanları:

- Rotor: Rüzgarın kinetik enerjisini mekanik enerjiye çevirir.
- Dişli Çark: Rotor'un hızını artırır.
- Jeneratör: Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirir.
- Fren: Türbini yavaşlatır veya durdurur.
- Yönlendirici: Rüzgar doğrultusuna göre türbini yönlendirir.
- Transformator: Jeneratör ve şebeke voltajım yükseltir.
- Kule: Türbini taşır [34].

Bir rüzgar türbininin enerji çıktısı aşağıdaki denklem ile belirlenir:

$$P=1/2d v^3 A C P \quad (1)$$

Denklemden, P güç çıktısı (Watt/m<sup>2</sup>), d hava yoğunluğu (kg/m<sup>3</sup>), v rüzgar hızı (m/s), A rotor süpürme alanı (m<sup>2</sup>), CP güç katsayısıdır [35].

#### 1.4.5.2. Türkiye'nin Rüzgar Enerji Potansiyeli

Türkiye'deki rüzgar enerjisi kaynakları teorik olarak Türkiye'nin elektrik enerjisinin tamamını karşılayabilecek yeterliliktedir. Fakat rüzgar enerjisinin sisteme girişinin tutarlı bir biçimde gerçekleşmesini kolaylaştırmak üzere gerekli altyapı tamamlanmamıştır. Türkiye'nin rüzgar enerjisi teknik potansiyeli 83.000 MW dir. Bu Türkiye'nin biran önce kullanması gereken önemli bir rüzgar enerjisi potansiyeli olduğunu göstermektedir [33].

Ülkemizin rüzgar enerjisi kurulu gücü 20.1 MW dir. Bu santrallerde yılda yaklaşık 61.4 milyon KWh elektrik enerjisi üretilmektedir. Çeşme-Germiyan'da güçleri 500 KW,

Çanakkale-Alaçatı'da 600 KW, Çanakkale-Bozcaada'da 600 KW ve İstanbul- Hadımköy'de 600 KW olmak üzere toplam dört yerde rüzgar gücü santrali bulunmaktadır. Türkiye de kurulu rüzgar enerji santralleri Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Türkiye'de kurulu rüzgar enerjisi santralleri [33].

Santralin yeri	Kuruluş tarihi	Türbin sayısı	Kurulu gücü (MW)
İzmir-Çeşme-Germiyan	1998	3	1.5
İzmir-Çeşme-Alaçatı	1998	12	7.2
Çanakkale-Bozcaada	2000	17	10.2
İstanbul-Hadımköy	2003	2	1.2
<b>Toplam</b>		34	20.1

Ülkemizde en verimli rüzgarların olduğu bölgeler İzmir, Çanakkale, Aydın, Denizli, Muğla, Balıkesir, Bursa, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Sinop, Samsun, Zonguldak, Tekirdağ, Edirne, Manisa bölgeleridir.

#### 1.4.6. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi, güneş enerjisinin bitkiler tarafından dönüştürülmüş şekli olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifadeyle biyokütle için “organik karbon” tanımı da yapılabilir. Sürecin temelinde, bitkilerin bünyesinde dönüştürülmüş halde depolanan enerjinin, ihtiyaç duyulduğunda kullanılması yatmaktadır [1].

Biyokütle enerjisi, klasik ve modern enerji kaynağı olarak iki grupta incelenmektedir. Klasik biyokütle enerjisi, ormanlardan elde edilen odun, yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan artıklarından oluşmaktadır. Bitkisel ve hayvansal kökenli bütün maddeler biyokütle enerji kaynağıdır ve bu kaynaklardan üretilen enerji de biyokütle enerjisi olarak adlandırılmaktadır.

Modern biyokütle kaynakları; enerji ormancılığı ürünleri, orman ve ağaç endüstrisi artıkları, enerji tarımı ürünleri, kentsel atıklar, tarım kesiminin bitkisel ve hayvansal artıkları, tarımsal endüstri atıklarıdır. Biyokütle hammaddeleri çeşitli biyokütle yakıt teknikleri ile işlenerek katı, sıvı ve gaz yakıtlara dönüştürülmektedir. Biyokütle yakıt üretmek için ısıl bozunma (ısı etkisiyle kimyasal değişime uğratma), hidrogazifikasyon, hidrojenlendirme, parçalayıcı damıtma, asit hidroliz tekniklerinden yararlanılmaktadır.

Dünyanın çoğalan nüfusu ve sanayileşmesi ile giderek artan enerji gereksinimi çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek kaynaklardan beklide en önemlisi biyokütle enerjisidir. Ayrıca biyokütle içinde, fosil yakıtlarda bulunan kanserojen madde ve kükürt olmadığı için, çevreye zararı son derece azdır. Bütün bunların ötesinde bitki yetiştirilmesi güneş var olduğu sürece devam edeceği için, biyokütle tükenmez bir enerji kaynağıdır [37].

#### **1.4.6.1. Biyokütle Enerjisi Elde Etme Yöntemleri**

Biyokütle enerjisi aşağıdaki yöntemler kullanılarak elde edilir;

1. Termokimyasal Dönüşümler (Direkt Yanma, Gazifikasyon, Piroliz, Sıvılaştırma)
2. Biyolojik Dönüşümler (Anaerobik Sistem, Fermantasyon) [32].

#### **1.4.6.2. Biyokütle Enerjisinden Üretilen Yakıt Çeşitleri**

Biyokütle enerjisinden üretilen yakıt çeşitleri biyogaz, biyodizel ve biyoetanol olarak üçe ayrılır.

a) Biyogaz: Organik maddelerin anaerobik (oksijensiz) ortamda, farklı mikroorganizma gruplarının varlığında, biyometanlaşma süreçleri ile elde edilen bir gaz karışımıdır [38].

b) Biyodizel: Organik yağların baz ve alkolle karıştırılarak dizel yakıtı çevrilmesi sonucu elde edilen bir üründür. Kolza, ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların veya hayvansal yağların bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile reaksiyonu sonucu ortaya çıkmaktadır. Biyodizel petrol içermez, fakat saf olarak veya her oranda petrol kökenli bir dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir [39].

c) Biyoetanol: Karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan sıvı bir alkoldür. Etanol nişasta gibi şekere dönüştürülebilir (karbonhidratlar) veya şeker ihtiva eden (tahıl tohumu gibi) her biyolojik kaynaktan üretilebilmektedir. Dünyada etanol öncelikle mısır tanesi ve tahıl gibi tohumlardan damıtma (distilasyon) yöntemiyle üretilmektedir [40].

#### **1.4.6.3. Türkiye'nin Biyokütle Enerji Potansiyeli**

Türkiye henüz yeterli düzeyde teknolojik altyapıyı biyoenerjiye hazırlayamamıştır. Bu yüzden biyogaz, biyodizel gibi yakıt türleri Türkiye biyoenerji tüketiminde pek fazla

bir yer tutmamaktadır.

Odun yakıtlar biyoenerji tüketiminin başında yer almaktadır. Bitki atıkları ve tezek tüketiminin de büyük kısmının tezекlerin oluşturduğu düşünülürse konveksiyonel metotların dışında teknolojik anlamda biyoenerji üretimi Türkiye'de yok denecek kadar azdır [41].

#### **1.4.7. Hidrojen Enerjisi**

Hidrojen, evrenin en basit ve en çok bulunan elementi olup, renksiz, kokusuz, havadan 14.4 kez daha hafif bir gazdır. Hidrojen bilinen yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir. (Üst ısıl değeri 140.9 MJ/kg, alt ısıl değeri 120.7 MJ/kg) 1 kg hidrojen 2.1 kg doğal gaz veya 2.8 kg petrolün sahip olduğu enerjiye sahiptir. Ancak birim enerji başına hacmi yüksektir.

Kömür, doğalgaz gibi fosil kaynaklardan başka sudan ve biyokütleden de elde edilen hidrojen, enerji kaynağından daha çok enerji taşıyıcısı kabul edilmektedir. Elektriğe 20. yüzyılın enerji taşıyıcısı, hidrojene 21. yüzyılın enerji taşıyıcısı denilmektedir. Dünyanın giderek artan enerji gereksinimini çevreyi kirletmeden ve sürekli olarak sağlayabilecek en ileri teknolojinin hidrojen enerji sistemi olduğu ileri sürülmektedir.

Hidrojen yerel olarak üretimi mümkün, kolayca ve güvenli olarak her yere taşınabilen, taşınması sırasında az enerji kaybı olan, ulaşım araçlarından ısınmaya, sanayiden mutfaklarımıza kadar her alanda yararlanacağımız bir enerji sistemidir [42].

Hidrojen çağına ekonomik koşullara göre 10-15 yılda girilmesi beklenmektedir. Ülkemizin hidrojen üretimi açısından bir şansı, uzun bir kıyı şeridi olan Karadeniz'in tabanında kimyasal biçimde depolanmış olarak bulunmasıdır.

##### **1.4.7.1. Hidrojen Üretiminde Kullanılan Yöntemler**

1. Kömür, doğalgaz, benzin gibi fosil yakıtlardan termokimyasal yöntemlerle hidrojen elde edilmesi. Buharla reaksiyon yöntemi en çok kullanılan yöntemdir. Fosil yakıt bir nikel esaslı katalizör vasıtası ile buharla reaksiyona girer ve hidrojen açığa çıkar.

2. Suyu elektrolizi ile hidrojen elde edilmesi. Elektrik enerjisi kullanılarak su hidrojen ve oksijene ayrılır.

3. Fotobiyolojik yöntemle yeşil yosunlardan doğal fotosentez faaliyetlerden

faydalanarak hidrojen elde etme.

4. Fotoelektrokimyasal yöntemlerle güneş enerjisinden hidrojen elde etme. Elektoliz yöntemin bir benzeridir. Elektrik akımı suya batırılmış güneş pillerinden elde edilir.

5. Çeşitli hidrit bileşiklerden kimyasal yöntemlerle hidrojen elde etme. Bunların en önemlisi sodyum borohidrit'tir [43].

#### **1.4.7.2. Hidrojenin Depolanması**

Enerjinin depolanması enerjiyi biriktirerek gerektiği zaman gerektiği yerde kullanma anlamına gelir ki buda enerji tüketimini, enerji fiyatını ve sebep olduğu çevre kirliliğini azaltmada önemli rol oynar. Günümüzde büyük tutarlarda enerji depolamak için uygun bir yöntem hala bulunamamıştır. Hidroelektrik enerjinin depolanması mümkün olsaydı, enerji sorunu bir ölçüde çözülmüş olurdu. Ancak, elektrik enerjisi için bilinen en iyi depolama yöntemi sadece asitli akümülatörlerdir. Bu sebeple, hidrojenin depolanması en önemli özelliğidir [44].

Hidrojen enerjisi ancak sıkıştırılmış gaz ve sıvılar olarak potansiyel enerjiye dönüştürülüp depolanabilmektedir. Fakat enerjinin en iyi depolanma şekli kimyasal enerjiye dönüştürerek depolamaktır. Hidrojen kirliliğe sebep olmayan temiz bir yakıt olması, yüksek depolanabilme kapasitesi ve düşük sıcaklıkta % 70 verimlilikle elektriğe dönüştürülebilmesi gibi özelliklerinden dolayı tercih edilen bir enerji çeşididir.

Hidrojenin başlıca depolanma yöntemleri aşağıdaki gibidir;

1. Hidrojenin Düşük Basınç Altında Absorbsiyonu
2. Sıkıştırılmış Gaz
3. Sıvı Hidrojen
4. Hidrokarbonlar
5. Hidrürler
6. Karbon Nanotüpler
7. Cam Küreler [45,46].

#### **1.4.8. Deniz Dalgası Enerjisi**

Deniz dalgası enerjisi, denizlerde Archimedes prensibi ve yerçekimi arasında



oluşan, diğer enerji kaynakları ile alışverişinde ortaya çıkan bir enerji çeşididir. Potansiyel enerji olarak stoklanır ve deniz dalgalarından devamlı alınan enerji, stoktaki potansiyel enerji ile dengelenerek lineer enerji elde edilir. Günümüz teknolojileri ile elektrik enerjisine çevrilir. Deniz dalgası enerjisinin ilk yatırım maliyeti ve bakım giderlerinden başka gideri yoktur. Doğaya herhangi bir kirletici bırakmayan, ucuz, temiz, çevreci ve çok büyük bir enerji kaynağıdır.

Türkiye'nin Marmara Bölgesi hariç açık deniz kıyısı uzunluğu 8210 km'dir. Bu rakamın turizm ve balıkçılık gibi nedenlerle en fazla beşte birlik kısmını enerji amaçlı olarak kullanılabilecektir. Bu enerji miktarı da teorik olarak 18.5 Terawatt/saat/yıl'a denk gelmektedir.

Deniz Dalgası Enerjisinin Faydaları,

1. 100 KW - 100 MW kadar ihtiyaç duyulan her güçte santral kurulabilir.
2. Dalyan görevi sayesinde Tesise ek gelir sağlar.
3. Tamamen yerli teknoloji ve yerli imalattır.
4. Gürültü kirliliği yoktur ve tam çevrecidir.
5. Santral üzerinde otel, restaurant, sosyal tesis olarak turizm amaçlı olarak kullanılabilir.
6. Ucuz olması sebebiyle ısınmada ilk tercihtir ve bu faydayla orman tahribatı önlenmiş olur [47].

#### **1.4.9. Akıntı Enerjisi**

Akıntı enerjisi gel-git etkisiyle oluşmaktadır. Ayrıca sıcaklık ve yoğunluk farkları da azda olsa akıntı enerjisi oluşturabilmektedir. Orta büyüklükteki gel-gitler büyük deniz dalgalarının oluşmasına neden olmaktadır.

Genellikle cezir sırasında oluşan deniz dalgalarının gücü med sırasında oluşan deniz dalgalarının gücünden fazladır. Akıntı gücü dünyanın güneşe ve aya göre pozisyonuna, deniz yatağının şekline ve kıyıların şekline bağlı olarak değişmektedir. En güçlü akıntılar ayın yeni ay ve dolunay olarak gözlemlendiği sıralarda oluşmaktadır. Ayın 1/4'ü veya 3/4'ü gözlemlendiği zamanlarda ise akıntı gücü minimum değerini almaktadır.

İtalya, İngiltere, İrlanda, Filipinler, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri'nin bir bölümünde akıntı enerjisi potansiyeli yüksektir. Ülkemizin böyle bir potansiyeli yoktur ve bu sebeple akıntı enerjisi Türkiye açısından önem arz etmemektedir [48].

#### 1.4.10. Gel-Git Enerjisi

Gel-Git Enerjisi tükenmez enerji kaynaklarının en küçüğü kabul edilmektedir. Gel-Git ayın ve güneşin dünyayı kütle çekim kuvveti ile çekmesinden kaynaklanmaktadır.

Bu çekim kuvvetinin etkisi ile denizlerdeki sular yükselip alçalabilmektedir. Denizde ki bu yükselip alçalmalar bir gün süresinde olmaktadır. Deniz kabardığında bir tür kapak ile sular hapsedilir sonra alçalma döneminde bu sular akıtılarak bir türbin çevrilebilir ve buradan da elektrik enerjisi elde edilir. Gel-Git enerjisinin büyüklüğü dünyada 3 milyar kw dolayındadır. Yani günlük gel-git enerjisi yaklaşık  $2.6 \times 10^7$  J dür [49].

Ekonomik olacak enerjinin elde edilebilmesi için gel-git seviyelerinin yüksek olduğu yerler tercih edilmelidir ve santrallerde bu yerlere yakın inşa edilmelidir. Gel-git enerji üretimi için uygun yerler; Fransa, İngiltere, Kore, Çin, Meksika, Şili, Kanada'nın batısı, Rusya'nın Pasifik Kıyısı ve batı Hindistan'dır.

Türkiye'nin okyanusa açık kıyısının olmaması, etrafındaki denizlerde büyük gel-gitlerin görülmemesi sebebiyle, gel-git enerjisi Türkiye açısından büyük bir önem arz etmemekte, ülkemizde bu alanda yatırım yapılması neredeyse imkansız olmaktadır [41].

#### 1.4.11. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanan bir enerji türüdür. Suyun üst kotlardan alt kotlara düşürülmesi ile açığa çıkan enerji türbinlerin dönmesini sağlamak ve türbinlere bağlı jeneratörlerin dönmesi ile de elektrik enerjisi üretilmektedir.

Üretilen enerji miktarı düşü ve debiye bağlıdır. Topografyası ve morfolojik yapısı göz önüne alındığında Türkiye şanslı sayılabilecek ülkeler arasında yer almaktadır. Avrupa'nın birçok ülkesinde termik ve nükleer enerji üretiminin hidrolik üretime oranla daha fazla olmasına karşın Türkiye'de termik ve hidrolik üretiminin birbirine yakın olması bu durumun doğal bir sonucudur [50].

Hidroelektrik enerji, Türkiye'nin kullanılabilir en önemli yenilenebilir enerji kaynağını oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkelerin potansiyellerini büyük ölçüde değerlendirmiş olmalarına karşı, Türkiye'de işletmeye açılan tesislerle söz konusu potansiyelin ancak %35.4'lük bölümü hizmete sunulmuş durumdadır. Önümüzdeki 20 yıl içerisinde, bu potansiyelin tamamının kullanılmasını sağlayacak projelerin hızlandırılması gereklidir. Ayrıca bugün için ekonomik görülmeyen teknik potansiyelin büyük kısmının da

ekonomik potansiyel karakteri kazanması olasılıklarının yeniden değerlendirilmesi üzerinde durulmalıdır.

Büyük hidroelektrik santral uygulamaları, literatürde klasik yenilenebilir enerji üretimleri arasında yer alırken, küçük hidroelektrik santraller yoluyla üretilen enerji yeni ve yenilenebilir enerjiler kapsamına sokulmaktadır. Güçleri 10 MW'ın altında kalan ve çoğunlukla birkaç MW'ı aşmayan bu tür olanakların değerlendirilmesi de önemlidir [51].

Hidroelektrik enerji, dünya enerji ihtiyacının yaklaşık % 20'sini karşılamakta, gelişmiş ülkelerde bu oran % 40'a ulaşmaktadır. Hidroelektrik santrallerde akarsuların önünde yapılan barajlarla düzensiz olarak gelen su debisini toplayarak enerjinin devamlılığını sağlamaktadır. Bu da diğer enerji kaynaklarına göre sürekliliği ve yenilenebilirliği açısından önem teşkil etmektedir.

İlk kullanılan hidroelektrik santraller suyun mekanik enerjisinin ancak %5'ini elektrik enerjisine çevirebilirken, günümüzde bu oran %90'lar düzeyindedir. Bu santrallerde elektrik elde edilmesinde üst teknolojik imkanlara ulaşılmış ve diğer güç santrallerine göre verimlilik birkaç kat daha fazla olmuştur [41].

Bir hidroelektrik santralin temel bileşenleri Ek Şekil 4'te, basit bir HES yapısı görünümü de Ek Şekil 5'te verilmiştir.

#### 1.4.11.1. Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması

Hidroelektrik santraller, düşülerine, ürettikleri enerjinin özellik ve değerine, kapasitelerine, yapılarına ve üzerinde kuruldukları suyun özelliklerine göre beş kısma incelenebilir. Tablo 6'da hidroelektrik santrallerin sınıflandırılması verilmiştir [5].

Tablo 6. Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması [5].

Düşülerine Göre (m)	Ürettikleri Enerjinin Özellik ve Değerine Göre	Kapasitelerine Göre (kw)	Yapılarına Göre	Üzerinde Kuruldukları Suyun Özelliklerine Göre
Alçak Düşülü Santraller $H < 15$	Baz Santraller	Küçük Santraller <99	Yer Altı Santrali	Nehir Santraller
Orta Düşülü Santraller $15 < H < 50$		Düşük Santraller 100-999	Yarı Gömülü veya Batık Santraller	Kanal Santraller
Yüksek Düşülü Santraller $H > 50$	Pik Santraller	Orta Santraller 1000-9999	Yer Üstü Santrali	Baraj Santraller
		Yüksek Santraller >10000		Pompaj Rezervuarlı Santraller

### 1.4.11.2 Hidroelektrik Santrallerde Kullanılan Türbin Çeşitleri

a) Pelton Türbini: Cebri borudaki basınçlı suyun potansiyel enerjisi, bir nozul ağzından püskürtmek suretiyle pelton türbinin çarkları vasıtasıyla kinetik enerjiye çevrilir. Bu püskürtme, çark odasındaki boşluğa olmak üzere, doğrudan doğruya atmosfere yapılır ve su, çarkın kepçe şeklindeki kanatlarına çarparak dönmeyi sağlar. Bu suretle hidrolik enerji mekanik enerjiye çevrilmiş olur. Pelton türbini yüksek düşümlü santrallerde tercih edilir.

b) Francis Türbini: Francis türbinlerde su pelton türbinlerine nazaran daha düşük bir hızla salyangozun sabit kanatlarından geçerek ayar kanatlarına gelir. Ayar kanatları debiyi jeneratörden çekilen yüke göre ayarlayarak çarka gönderir. Çarkın dönüşüyle hidrolik enerji mekanik enerjiye dönüştürülür.

c) Kaplan Türbini: Kaplan türbinleri ile Francis türbinleri arasındaki temel fark çarkın şeklidir. Bu türbinlerde çark şafta tespit edilmiş ve dört adet kanattan meydana gelmiştir. Çark kanatları türbinin tipine göre verimi yükseltmek amacıyla hareketli de imal edilebilir. Bu türbinlerde suyun ayar kanatlarına giriş kısımları alçak düşüler için açık veya basınçlı su odası şeklinde olur. Daha yüksek düşülerde basınç arttığından, Francis türbinlerinde olduğu gibi çelik sac ve betona gömülmüş salyangozlar kullanılır. Diğer kısımlar Francis türbinlerinde olduğu gibidir.

d) Boru Tipi (S Türbinleri) Türbinler: Küçük düşü, yüksek debili santrallerde kullanılan bir türbin tipidir. Salyangozların bulunmadığı ve daha ziyade düzgün rejimli nehirlerde veya nehirlerin akım rejimleri düzenlenmiş olan kısımlarında, bir boru içine yerleştirilebilecek şekilde imal edilebildikleri için boru tipi adını alırlar. Yatay eksenli ve eğik eksenli olurlar [52].

### 1.4.11.3. Hidroelektrik Santrallerde Enerji İletim Tesisleri

a) Su Alma Yapıları: Bir hidroelektrik tesiste, enerji amacı için kullanılacak suyun kaynağından alınarak iletim kanalı, kuvvet tüneli veya cebri boruya geçişini sağlayan yapıya su alma yapısı denir. Su alma yapısının amacı, bağlandığı iletim yapısına suyu kontrollü olarak verebilmek, suyu sedimentten ve yüzer halde türbine kadar gidebilecek zararlı maddelerden arıtmaktır.

Su alma yapıları şu şekilde olabilir:

Kule tipi su alma yapısı, şaftlı su alma yapıları, kaya yamaca dayalı düşey veya eğik kapaklı su alma yapısı, vana odalı batık su alma yapısı, düşey şaft tipi su alma yapısı ve beton baraj içinde yapılan su alma yapısı [52].

b) İletim Yapıları: İletim yapıları açık kanal ve tünelden ibarettir. Tünellerin Sınıflandırılması;

#### 1. Basınçsız Tüneller

Demiryolu ve karayolu tünelleri, servis tünelleri, metrolar, maden ocağı tünelleri iç basınç ihtiva etmeyen tünellerdir.

#### 2. Basınçlı Tüneller

Enerji maksatlı tüneller bu gruba girer. Basınçlı tüneller 3 kısma ayrılır; Alçak basınçlı tüneller:  $H_0 < 5m$ , orta basınçlı tüneller:  $5 < H_0 < 100m$  ve yüksek basınçlı tüneller:  $H_0 > 100m$

$H_0$  : Tünelde iç basıncı oluşturan su yüksekliği.

Tüneller, kaplamalı veya kaplamasız olabilirler. Tünelde kaplamanın fonksiyonu yük taşımak, sızdırmazlığı sağlamak ve düzgün bir yüzey sağlayarak sürtünme kayıplarını azaltmaktır. Alçak basınçlı tünellerde kaplamaya gerek olmayabilir. Üstelik tünel sağlam bir kaya formasyonundan geçiyor ise sadece su kaçabilecek çatlakları kapatmak ve gerekli ise sadece shotcrete yapmak yeterlidir. Orta basınçlı tünellerde su sızdırmazlığını temin için ince demirsiz bir beton kaplama yeterli olabilir. Zemin sağlam kaya değil ise kaplama yapılmalıdır. Hatta iç basınç arttıkça çatlaklar büyür ve su kaçığına enjeksiyon bile yeterli olmayabilir. Yüksek basınçlı tünellerde, grobeton kaplama ve hatta betonarme kaplama çatlakları önleyemez. Bu takdirde tünelde çelik kaplama uygulanır. İç basıncın tamamı çelik kaplama olacaksa, çeliğin akma gerilmesine göre hesap yapılabilir [53].

c) Yükleme Odası veya Denge Bacası: Yükleme odası, serbest yüzeyli akım sağlayan iletim yapıları ile cebri borular arasındaki bağlantıyı sağlayan yapılardır. Bu yapıların kullanım amaçları şu şekildedir:

Düzenli bir akışı sağlamak, suyun cebri borulara muntazam olarak yayılmasını sağlamak, kanaldan gelen sürüntü ve yüzücü maddelerin cebri borulara gelmesini önlemek, yan dolu savak veya dipsavak yardımıyla dışarı atılmasını sağlamak, türbin kanatçıklarının ani açılması ile ihtiyaç duyulan debiyi temin etmek ve cebri boruya hava kaçmaması için yükleme odasında alçalan su seviyesinin cebri boru giriş ağzı üst kotundan yeteri kadar yukarıda tutmak, türbin kanatçıklarının ani kapanması ile cebri boru membasında meydana gelecek su kabarmalarını çevreye zarar vermeyecek şekilde sönmölemek ve bir yan

dolusavak ile akarsuya boşaltmak [52].

Denge bacası, özel bir basınç düzenleme tesisidir. Türbinlere giden suyun ani kesilmesinde kuvvet tüneline aşırı basınçlardan korumakta ve tedrici kesilmesinde cebri borudaki aşırı basınç değerini azaltmaktadır. Ayrıca, türbinlerin ani yüklenmesinde gerekli suyu temin ederek alt basıncı önlemektedir. Kuvvet tüneline cebri boruya geçiş genellikle iletimde ani bir meyil artışı niteliğinde olduğundan hava basıncı görevini de üstlenmektedir [54].

Denge bacası mümkün mertebe santrale yakın olmalıdır. Hatta denge bacası, çok az meyilli olan kuvvet tüneli ile aniden dikleşen cebri borunun kesiştiği kurb civarında olmalıdır. Bu suretle bütün kapalı sistem (Tünel ve Cebri boru) aşırı basınçtan korunmuş ve türbinde regülasyon daha iyi sağlanmış olur. Denge bacasının üst kotu zemin kotundan biraz yukarda olmalı ve Denge bacası sağlam bir zemin içine şaft olarak yapılmalıdır [52].

d) Vanalar ve Vana Odası: Hidroelektrik tesislerde kullanılan vana tipleri; sürgülü vana, küresel vana, konik vana ve basınç düşürücü vanadır.

Cebri boru emniyet vanası, amacı cebri boruda arıza, kayma, çöküntü veya yarıma olursa hız artışı sebebi ile otomatik olarak bu vana kapanır ve bu suretle cebri boru ve ilgili tesisler daha fazla zarara girmeden kurtulmuş olurlar. Tünel çıkışma veya cebri boru baş tarafına konulur. Genellikle üzerindeki düşü az olduğu için kelebek tipi vana kullanılır.

Türbin vanası, gerektiğinde cebri boruyu kapayarak türbine su girişini engeller. Türbinin hemen mansabına konulmalıdır. Kelebek, sürgülü veya küresel vana tipi olabilir.

Dipsavak vanası, türbin durduğunda, mansaba sulama veya başka amaç ile su vermek gerekiyorsa veya rezervuar dolusavak eşik kotu altındaki herhangi bir kota kadar boşaltılacak ise bu vana kullanılır. Derivasyon tüneli veya santral içinde bir yer olabilir. Konik vana kullanılır ve bu vananın çıkışına da bir adet sürgülü vana (emniyet vanası) konulur.

Basınç düşürücü vana, yüksek düşülü santrallerde basınç artışı (su darbesi) çok yüksek çıkıyorsa ve bu basınca göre cebri boru projelendirmek ekonomik olmuyorsa, türbinin hemen yanına özel bir vana konulur ve türbin aniden durunca bu vana çalışarak basınç dalgalarının cebri boru içinde yükselmesi önlenerek belirli bir oranda tutulur [54].

e) Cebri borular: Türbin ile türbinin membasındaki ilk açık su yüzeyi arasındaki basınçlı borulara cebri boru denir. İlk açık su yüzeyi baraj, regülatör, denge bacası olabilir. Cebri borular genellikle çelikten yapılmakla beraber iç basınç fazla değilse betonarme olarak da yapılabilir.

Cebri boru güzergahı kesinlikle heyelan bölgesinden, yamaç molozu, kil veya benzeri zayıf zeminlerden geçirilmemelidir. Yüzeyde sağlam zemin bulunmuyorsa shaft ve tünel sistemi seçilmelidir. Cebri borularda fazla kurp yapılmadan en az kazı yapılacak şekilde güzergah seçilmelidir. Kurp noktaları kaya veya çok sağlam zeminin oluşturduğu yerlerde seçilmelidir [52].

f) Santral: Santral yapısı genelde betonarme kısmen de çelik yapılabilir. Cebri borulardan gelen su santral içindeki jeneratörde elektrik enerjisine dönüştürülür.

g) Kuyruk Suyu Kanalı ve Eşiği: Boşaltma borusu çıkışı ile kuyruk suyu kontrol eşiği arasındaki yapıdır. Genellikle beton kaplamalı ve tabanı 1/6 eğimle yapılır. Bu kanalın sonunda, kuyruk suyu seviyesinin belirlenen düzeyde tutulabilmesi için bir de kontrol eşiği yapılır. Bu eşik, santral çıkış suyunun boşaldığı nehir yatağı veya deredeki su seviyesi alçalınca, kuyruk suyu kanalındaki su seviyesini minimum işletme kotunda tutabilmek içindir.

#### **1.4.11.4. Hidroelektrik Enerjinin Üstünlükleri ve Sakıncaları**

Yatırım bedelinin büyük bir kısmım (%70-80) yurtiçi harcamalar oluşturur. Bu milli ekonomiye ve Gayrisafı Milli Hasılaya (GSMH) anlamlı ve pozitif katkı demektir.

Yatırımda dışa bağımlılık ve döviz harcaması en alt düzeydedir. İthal ekipman ve hizmet bedelleri yatırımın çok küçük bir bölümünü oluşturur ve hidroelektrik santrallerde, diğer tüm elektrik santrallerinden çok daha az yabancı kaynağa ihtiyaç vardır.

Hidroelektrik santrallerin ekonomik ömrü diğer tip santrallerden çok daha uzundur (75 yıl). Bu ilk dönemden sonra da, çok küçük bir yatırımla (200-400 \$/kW), elektromekanik ekipman tümüyle değiştirilip ikinci, üçüncü, dördüncü 75 yıllık periyotlarda elektrik üretmeye devam edebilirler.

İşletme gideri en düşük santral tipidir ve herhangi bir yakıt gideri yoktur.

Ucuz elektrik üreterek rekabetçi elektrik piyasasının oluşmasına en büyük katkıyı yapar.

Ulusal enerji sisteminde yük dengelenmesi ve frekans düzenlenmesi gibi hayati öneme haiz fonksiyonları vardır.

Yeşil enerji olduğu için AB ülkelerine ihracatı daha kolaydır. Buna ilave olarak, barajlarımızdaki muazzam depolama kapasitesi elektriğin puant saatlerde ihraç edilebilme imkanını sağlar.

Hidroelektrik santraller çevre dostudur. Herhangi bir sera gazı emisyonu yoktur. Kullandığı bir yakıt olmadığı için başka bir kirliliğe de neden olmazlar.

Hidroelektrik santraller için yapılan barajlar ve bentlerin suyun hızını keserek erozyonun durdurulmasında önemli işlevleri vardır.

Hidroelektrik santraller; nehir akımına, rüzgara veya güneşe bağlı olarak zaman zaman üretimini durdurmak zorunda olan ve bu nedenle güvenilir bulunmayan enerji üretim kaynakları için "buffer" (tampon) veya yedekleme görevi yaparak, bir anlamda onlar için enerji depolama fonksiyonunu üstlenip, daha verimli çalışmalarını temin eder.

Enerji depolama kapasitesi vardır. Mevcut barajlarımızda 6 aylık elektrik üretimini depolayacak kapasite vardır.

Enerjide dışa bağımlılığı azaltır. Hidroelektrik santraller suyun sadece düşüşünü kullanarak elektrik üretir (suyu tüketmez) ve dışa bağımlılığı yoktur.

Yöre halkına istihdam, balıkçılık, sulu tarım, su sporları, taşımacılık, mal ve hizmet satılması gibi sosyal ve ekonomik faydalar sağlar [55].

Biriktirmeli santrallerde ilk yatırım maliyeti çok fazladır ve toplam inşaat süresi çok uzundur.

Biriktirmeli santrallerde büyük alanlar su altında kalacağından toprak kaybına neden olur.

Biriktirmeli santrallerde baraj yüzeyi nehre göre daha geniş alan kapladığından buharlaşma artar ve havadaki nem oranı fazlalaşır. Bölgenin iklimini etkiler ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olur.

Biriktirmeli santraller suyun kalitesini bozabilir.

Yapım aşamasında kamulaştırmaya bağlı olarak nüfus göçüne sebep olabilir [5].

#### **1.4.11.5. Türkiye'nin Hidroelektrik Enerji Potansiyeli**

Yılda, yaklaşık brüt 186 milyar metreküp yüzeysel sularımız, üç yanımızı çevreleyen denizlerimize doğru akmaktadır. Ancak, çeşitli nedenlerle, yıllık bu değer yaklaşık 150 milyar metreküpü kullanılabilecekken, bugüne kadar, hidroelektrik üretiminde, maalesef sadece %35'ini kullanıyoruz [69].

Hidroelektrik potansiyelin belirlenmesinde "brüt potansiyel", "teknik potansiyel" ve "ekonomik potansiyel" kavramları önem taşımaktadır.



Yüzeysel su potansiyelimizden hareketle, elektrik enerjisi durumuna 2002 verilerine göre bir göz atacak olursak;

- \*Türkiye'nin yıllık Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli :  $\sum E_b = 433$  milyar KWh/yıl
- \* Teknik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli :  $\sum E_t = 216$  milyar KWh/yıl
- \* Ekonomik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli :  $\sum E_e = 126$  milyar KWh/yıl
- \* Şu anda ürettiğimiz hidroelektrik enerji miktarı :  $\sum E_s = 46$  milyar KWh/yıl

olduğunu görürüz [69].

Bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin teorik üst sınırını gösteren brüt su kuvveti potansiyeli; mevcut düşü ve ortalama debinin oluşturduğu potansiyeli ifade etmektedir. Topografya ve hidrolojinin bir fonksiyonu olan brüt hidroelektrik enerji potansiyeli, ülkemiz için 433 milyar kWh mertebesindedir. Türkiye'de havzalara göre yıllık akış ve brüt hidroelektrik potansiyel Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Türkiye'de havzalara göre yıllık akış ve brüt hidroelektrik potansiyel [5].

Havza	Ortalama Yıllık Akış (Milyar m <sup>3</sup> )	Toplam Akışa Oranı (%)	Hidroelektrik Potansiyel		
			GWh/Yıl	MW	%
Fırat	31.61	17	84122	9603	19.4
Dicle	21.33	11.5	48706	5560	11.2
Doğu Karadeniz	14.90	8.0	48478	5534	11.2
Doğu Akdeniz	11.07	6.0	27445	3133	6.3
Antalya	11.06	5.9	23079	2634	5.3
Batı Karadeniz	9.93	5.3	17914	2045	4.1
Batı Akdeniz	8.93	4.8	13595	1552	3.1
Marmara	8.33	4.5	5177	591	1.2
Seyhan	8.01	4.3	20875	2383	4.8
Ceyhan	7.18	3.9	22163	2530	5.1
Kızılırmak	6.48	3.5	19552	2232	4.5
Sakarya	6.4	3.4	11335	1294	2.6
Çoruh	6.3	3.4	22601	2580	5.2
Yeşilirmak	5.80	3.1	18685	2133	4.3
Susurluk	5.43	2.9	10573	1207	2.4
Aras	4.63	2.5	13114	1497	3.0
Konya-kapalı	4.53	2.4	1218	139	0.3
Büyük Menderes	3.03	1.6	6263	715	1.4
Van Gölü	2.39	1.3	2593	296	0.6
Kuzey Ege	2.09	1.1	2882	329	0.7
Gediz	1.95	1.1	3916	447	0.9
Meriç-Ergene	1.33	0.7	1000	114	0.2
Küçük Menderes	1.19	0.6	1375	157	0.3
Asi	1.17	0.6	4897	559	1.1
Burdur-Göller	0.50	0.3	885	101	0.2
Akarçay	0.49	0.3	543	62	0.1
Toplam	186.05	100	432981	49427	100

Teknik yönden değerlendirilebilir su kuvveti potansiyeli; bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin teknolojik üst sınırını göstermektedir. Uygulanan teknolojiye bağlı olarak düşü, akım ve dönüşümde oluşabilecek kaçınılmaz kayıplar hariç tutulmaktadır. Bölgede planlanan hidroelektrik projelerin teknik açıdan uygulanabilmesi mümkün olan tümünün gerçekleştirilmesi ile elde edilecek hidroelektrik enerji üretiminin sınırlarını temsil etmektedir.

Bu niteliğiyle teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyel, brüt potansiyelin bir fonksiyonu olmakta ve çoğunlukla onun yüzdesi olarak ifade edilmektedir. Ülkemizin teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik enerji potansiyeli 216 milyar kWh civarındadır. Ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyel; bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin ekonomik optimizasyonunun sınır değerini gösteren, gerek teknik açıdan geliştirilebilmesi mümkün, gerekse ekonomik yönden tutarlı olan tüm hidroelektrik projelerin toplam üretimi olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyel, beklenen faydaları (gelirleri), masraflarından (giderlerinden) fazla olan su kuvveti projelerinin hidroelektrik enerji üretimini göstermektedir.

Hidroelektrik santrallerin ekonomik yapılabilirliğinin hesaplanabilmesi için; ulusal enerji sisteminde aynı enerjiyi üretecek kaynaklar gözden geçirilmekte ve en ucuz enerji kaynağı belirlenerek hidroelektrik santral (HES) projesi bu kaynakla mukayese edilmekte ve ancak daha ekonomik bulunursa önerilmektedir. Ekonomik HES potansiyeli içindeki tüm projeler; termik santrallere göre rantabiliteleri daha yüksek projelerdir.

Havza gelişme planlarının farklı zamanlarda hazırlanmış olmalarından dolayı projeler sonraki tarihlerde ekonomik yönden tutarsız duruma gelebilmektedir. Bununla birlikte zaman içinde enerji fayda ve maliyetlerinde meydana gelen değişikliklere göre ekonomik bulunabilecek tesislerin, ilk etütlerde terk edilmiş olmalarına da rastlanılmaktadır. Bu nedenle havza gelişme planlarının belirli aralıklarla, özellikle enerji faydalarına esas teşkil eden alternatif referans santral grubundaki değişikliklerden sonra, tekrar gözden geçirilip değerlendirilmesi uygun olacaktır. Bunlara karşılık, su kaynaklarının geliştirilmesinde görev üstlenen EİE ve DSİ gibi kuruluşların yapmış oldukları, yeni enerji kaynaklarının yaratılmasına yönelik ilk etüt çalışmalarıyla bu potansiyele her yıl ilaveler olabilmektedir. Bütün bu olumlu ve olumsuz etkilerin de dikkate alınmasıyla, Türkiye'nin ekonomik hidroelektrik potansiyeli yıldan yıla farklılıklar göstermekle birlikte bugün için 129.9 milyar kWh civarında olduğu kabul edilebilir.

Türkiye 433 milyar kWh brüt teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde %1 paya sahiptir. 129.9 milyar kWh ekonomik olarak yapılabilir potansiyeli ile Avrupa ekonomik potansiyeli içinde yaklaşık %15 hidroelektrik potansiyeline sahip bulunmaktadır [56, 57, 58].

Tablo 8. Hidroelektrik Santral Projelerinin Durumu [59,60].

Hidroelektrik santral projelerinin durumu	Proje sayısı	Kurulu kapasite (MW)	Toplam yıllık hidroelektrik enerji üretimi				
			Güvenilir enerji (GWh)	Toplam enerji (GWh)	Oran (%)	Kümülatif enerji (GWh)	Oran (%)
İşletmede	142	12788	33560	45930	35.4	45930	35.4
Yapım aşamasında	40	3197	6358	10518	8.1	56448	43.5
Planlanmış	565	20667	40006	73459	56.5		
Kesin projesi hazır	14	3556	7089	10752	8.3	67200	51.8
Fizibilite raporu hazır	175	7306	13305	26562	20.4	93762	72.2
Master planı hazır	96	5120	10582	17819	13.7	111581	85.9
Ön inceleme raporu hazır	280	4685	9030	18326	14.1	129907	100.0
<b>Toplam potansiyel</b>	<b>747</b>	<b>36652</b>	<b>79924</b>	<b>129907</b>	<b>100.0</b>	<b>129907</b>	<b>100.0</b>

Ülkemizin 129.9 milyar kWh olan ekonomik hidroelektrik potansiyelinin Şubat 2006 itibariyle %35.4'ü (45.930 GWh) işletmede, %8.1'i (10.518 GWh) inşa halinde ve %56,5'si (73.459 GWh) ise çeşitli aşamalardan oluşan projeler (ilk etüt ön inceleme, master plan, planlama ve kesin proje) düzeyindedir. Bu 129.9 milyar kWh'lik yıllık ortalama enerji üretim değerini oluşturan 747 adet hidroelektrik santralin 142'si işletmede, 40'ı inşa halinde ve 565 adedi ise proje seviyesindedir [59,60].

Son yıllarda toplam kurulu kapasitede termal kaynakların payı hızla artmıştır. Doğal gaz santrallerindeki bu hızlı artışın bir sonucu olarak hidroelektrik santrallerin payı 1993'te %47.8'den 2005 yılında %32.6'ya azalırken hidroelektrik üretiminin payı 1980 yılında %49'dan 2005 yılında %26 değerine gerilemiştir [61,62,63].

Ülkemizde, yıllık yaklaşık  $186 \times 10^6$  m<sup>3</sup> yüzeysel su potansiyeli vardır. Bunun kullanılabilir kısmı  $130 \times 10^6$  m<sup>3</sup> civarında olduğu, araştırmalardan ortaya çıkmıştır. Kullanılabilir bu hacmin, sadece %34'ü enerji üretiminde kullanılabilir. Kullanılabilir bu miktarın ise, yaklaşık  $10 \times 10^6$  m<sup>3</sup>'ü Doğu Karadeniz'de bulunuyor. Bölgede, bu değer sadece %2'si enerjide kullanılıyor. Bu sular, 18 MW gücündeki İkizdere (Rize) HES ve bir iki küçük yer haricinde, Kızılırmak ve Yeşilirmak üzerindeki baraj santrallerinde kullanılmaktadır [67].

Doğu Karadeniz sularının hemen hemen tamamına yakını, enerjisinden yararlanılmadan, boşa akıp gitmektedir. Kalkınmışlığın simgelerinden, belki de en önemlisi, yaşadığımız enerji çağında kişi başına düşen elektrik kullanımı, ülkemizde, Batı ve Kuzey Avrupa ülkelerine göre, 10 kat daha geride iken, bir yandan enerji sorunundan söz ediliyor, diğer yandan, bu sular kontrolsüz akıp, denizlere ulaşıyor. Bu kontrolsüzlük öyle boyutlara ulaşıyor ki, Doğu Karadeniz Bölgesinde suda boğulmalar oluyor, onlarca can kaybı ve büyük mal kayıpları oluyor da, bu suyun faydalarından yararlanılmıyor.

Hydroenerji üretimi için Doğu Karadeniz Bölgesinin koşulları o kadar müsait ki, biriktirme hazneli yapılar (baraj) yapmadan, regülatörlü (kabartma yapısı) düşü santralleri, bu konuda çevreye uyum açısından, en uygun ve ekonomik yaklaşımdır [67].

#### **1.4.11.6. Küçük Hidroelektrik Santraller ve Sınıflandırılması**

Bir veya birden fazla türbin-jeneratör ünitesi bulunan ve ünitelerin toplam kurulu gücü 10.000 KW'tan küçük santrallere, küçük hidroelektrik santraller denilmektedir. Küçük hidroelektrik santralleri değişik kriterlere göre sınıflandırmak mümkündür.

- Su ekonomisi yönünden sınıflandırma
- Enerji ekonomisi yönünden sınıflandırma
- Teknik özelliklere göre sınıflandırma
- Topografik özelliklere göre sınıflandırma

Türkiye'de küçük hidroelektrik santrallerin sınıflandırılması kurulu gücüne göre yapılmaktadır. Ülkemizde UNİDO (Birleşmiş Milletler Sınâî Kalkınma Teşkilatı) tarafından yapılmış olan sınıflandırma sistemi esas alınmıştır.

- 0-100 KW gücü arasında olanlar mikro,
- 101-1000 KW güçler arasında olanlar mini,
- 1001-10000 KW güçleri arasında olanlar küçük hidroelektrik santraller denilmektedir.

#### **1.4.11.7. Küçük Hidroelektrik Santrallerin Üstünlükleri ve Sakıncaları**

Ulaşımı güç olan ve ulusal sistemden beslenemeyen kırsal bölgelerdeki köy ve diğer ünitelerin enerji ihtiyacını karşılar. Böylece bu bölgelerin sosyal ekonomik ve

kültürel gelişimlerinin hızlanmasına yardım eder.

Küçük hidroelektrik santrallerin türbin-jeneratör gruplarının tipeştirilerek standart hale getirilmeleri kolaydır. Böylece makine yapımı çok ucuz olacaktır. Bakım ve işletme sorunları en aza inecektir.

Küçük hidroelektrik santrallerde üretilen enerji genellikle bölgede kullanıldığı için uzun iletim şebekelerine lüzum yoktur. Bu durumda büyük oranda enerji kayıpları engellenmektedir.

Büyük hidroelektrik projelerin inşa süresi ortalama 10 yıldır. Dış kredi temin edilememesi, devletin sınırlı imkanları sonucu büyük hidroelektrik santraller programlarına göre gecikerek devreye girmektedir. Küçük hidroelektrik santraller, toplam yatırım bedelleri büyük meblağ tutmadığından kısa sürede inşa edilebilirler.

Ülke ekonomisi yönünden çok sayıda küçük hidroelektrik santral yapmak yerine bir tane büyük hidroelektrik santral yapmak daha faydalıdır. Küçük hidroelektrik santrallerde 1KW kurulu güç için gerekli yatırım maliyeti büyük santrallere göre oldukça fazladır. Çünkü kurulu güç arttıkça birim KW için gerekli yatırım maliyeti azalmaktadır.

Küçük hidroelektrik santrallerde enerji üretimi meteorolojik ve mevsimsel değişimlere bağlı olarak dalgalanmalar göstermektedir. Ayrıca hidroelektrik santralin beslediği bölgelerdeki enerji ihtiyacı günün çeşitli zamanlarında değişmekte ve bu sebeplerden dolayı küçük hidroelektrik santrallerin verimleri düşük olmaktadır[64].

#### **1.4.11.8. Küçük Hidroelektrik Santrallerin (KHS) Türkiye'deki Durumu**

Türkiye'de sürekli olarak artan enerji talebini karşılamak için öncelikli olarak büyük ölçekli HES projelerinin gelişimine önem verilmiştir. Ancak son otuz yıl içerisinde KHS yapımında ortalama %10 yıllık artış sağlanmıştır. 2008 yılı başlangıcında ülkenin genelinde işletmede toplam 356 adet KHS bulunmaktadır. Bu KHS'lerin toplam kurulu kapasitesi 410 MW düzeyindedir. Bu değer Türkiye'nin toplam hidroelektrik enerji potansiyelinin % 5'ine denk gelmektedir.

Türkiye'nin KHS potansiyeli oldukça büyük olup, toplam ekonomik fizibil KHS potansiyeli 22 000 GWh/yıl olarak tahmin edilmektedir. Bu değer, günümüzdeki toplam elektrik üretiminin yaklaşık yarısı kadardır. Topografik ve meteorolojik özellikleri sebebiyle, Doğu Karadeniz Havzası, Türkiye'deki 26 hidrolojik havza içinde KHS bakımından en önemlisidir. Türkiye'de planlanan KHS toplam kapasitesinin yaklaşık

%17' sinin bu havzada gerçekleştirilecek projelerden elde edilmesi planlanmaktadır. Sadece Trabzon Bölgesinde 35 civarında KHS yapım aşamasındadır.

Türkiye'de küçük akarsuların enerji potansiyellerini belirlemek için EİE tarafından yürütülmekte olan bir çalışmanın ilk bulguları Tablo 9'da verilmiştir. Çalışma kapsamında sadece 8 havzanın ilk verileri elde edilmiş olup diğer havzalarla ilgili çalışmalar devam etmektedir. İncelenen 132 projenin 59 tanesi Doğu Karadeniz Havzasındadır.

Tablo 9. EİE' nin çalıştığı KHS Projelerinin Ön Verileri [65].

	<b>Havza Adı</b>	<b>Proje Sayısı</b>	<b>Kapasite (MW)</b>	<b>Potansiyel (GWh/yıl)</b>
1	Doğu Karadeniz	59	157.75	886.56
2	Orta Karadeniz	20	69.09	278.52
3	Gediz	7	41.76	166.20
4	Batı Akdeniz	9	23.51	111.78
5	Susurluk	15	23.74	110.55
6	Batı Karadeniz	15	21.90	108.86
7	Ege	5	4.76	20.33
8	B. Menderes	2	3.38	16.06

Doğu Karadeniz Havzası, küçük hidroelektrik santraller açısından verimli bir bölgedir. Topoğrafik olarak dağların denize paralel uzandığı ve yıllık ortalama yağışın 1291 mm olduğu Doğu Karadeniz Havzası diğer havzalara oranla daha düzenli akım rejimi ve coğrafi özellikleri nedeniyle Küçük HES'lere oldukça uygun görünmektedir. 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girmesiyle, enerji santral başvurularıyla bu havzadaki potansiyel devreye sokulmaya başlanmıştır. Doğu Karadeniz Havzası'ndaki inşa, fizibilite ve su kullanım hakkı aşamasındaki küçük hidroelektrik santrallerin sayıları, toplam kurulu güçleri ve üretecekleri enerji miktarları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Doğu Karadeniz Havzası'ndaki inşa, fizibilite ve su kullanım antlaşması yapılmış aşamasındaki küçük hidroelektrik santraller [68].

İli	Durumu	Adet	Kurulu Güç (MW)	Toplam Enerji (GWh/yıl)
Giresun	Su kullanım Antlaşması Yapılmış	2	41.40	122.81
	Fizibilitesi Hazır	31	427.07	1514.72
	Yapım Aşamasında	20	579.34	2091.40
	<b>Toplam</b>	<b>53</b>	<b>1047.81</b>	<b>3728.93</b>
Trabzon	Su kullanım Antlaşması Yapılmış	7	98.02	443.40
	Fizibilitesi Hazır	43	349.41	1163.19
	Yapım Aşamasında	34	438.28	1676.29
	<b>Toplam</b>	<b>84</b>	<b>885.71</b>	<b>3282.88</b>
Rize	Su kullanım Antlaşması Yapılmış	2	18.80	87.91
	Fizibilitesi Hazır	25	366.57	1511.03
	Yapım Aşamasında	21	548.57	2162.53
	<b>Toplam</b>	<b>48</b>	<b>933.94</b>	<b>3761.47</b>
Gümüşhane	Su kullanım Antlaşması Yapılmış	2	12.83	43.33
	Fizibilitesi Hazır	9	110.20	312.31
	Yapım Aşamasında	3	6.30	21.21
	<b>Toplam</b>	<b>14</b>	<b>129.33</b>	<b>376.85</b>
Artvin	Su kullanım Antlaşması Yapılmış	0	0	0
	Fizibilitesi Hazır	14	155	673
	Yapım Aşamasında	0	0	0
	<b>Toplam</b>	<b>14</b>	<b>155</b>	<b>673</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>213</b>	<b>3151.79</b>	<b>11823.13</b>

Tablo, iller bazında santral sayıları açısından değerlendirildiğinde; Giresun'da toplam 53, Trabzon'da 84, Rize'de 48, Gümüşhane'de 14 ve Artvin'de ise 14 adet Hidroelektrik Santral Projesi bulunduğu görülmektedir. Tüm havzada toplam 213 adet santral projesi mevcuttur. Doğu Karadeniz Havzası Küçük Hidroelektrik Santral Projelerinin iller bazında Giresun'da toplam 1047.81 MW, Trabzon'da 885.71 MW, Rize'de 933.94 MW, Gümüşhane'de 129.33 MW ve Artvin'de ise 155 MW'lık kurulu güçlere sahip oldukları belirlenmiştir. Tüm havza için kurulu güç ise 3151.79 MW'dır.

Doğu Karadeniz Havzası Küçük Hidroelektrik Santral Projelerinin iller bazında Giresun'da toplam 3728.93 GWh, Trabzon'da 3282.88 GWh, Rize'de 3761.47 GWh, Gümüşhane'de 376.85 GWh ve Artvin'de ise 673 GWh'lık kurulu güçlere sahip oldukları belirlenmiştir. Havzada üretilecek enerji miktarı ise 11823.13 GWh'dır.

Havzada en büyük kurulu güç ve üretilebilecek enerji miktarı, Giresun ilinde olacaktır. Bu ili Rize ve Trabzon izlemektedir. Gümüşhane ve Artvin illerinin bir kısmı, Doğu Karadeniz Havzası'na girdiği için bu illerdeki kurulu güçler ve üretilecek enerji miktarları düşük görülmektedir. Tüm il sınırları dikkate alınacak olursa, bu iller için de

kurulu güç ve üretilecek enerji miktarları artacaktır. 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki, Doğu Karadeniz Havzası Küçük Hidroelektrik Santral Projelerinin, Türkiye’deki aynı kapsam projelerle karşılaştırması, Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Doğu Karadeniz Havzası ve Türkiye’deki aynı kapsam projelerin Karşılaştırması [68].

	<b>Kurulu Güç (MW)</b>	<b>Toplam Enerji (GWh/yıl)</b>
<b>Doğu Karadeniz Havzası</b>	3151.79	11823.13
<b>Türkiye</b>	11092.46	42506.23

Tablo incelendiğinde; Doğu Karadeniz Havzasındaki projelerin, Türkiye genelinin (aynı kapsam) kurulu güç bakımından yaklaşık % 28.4’ünü, üretilecek enerji bakımından ise % 27.8’ini oluşturduğu görülmektedir. Türkiye geneli düşünüldüğünde, bu havzada önemli bir potansiyelin devreye sokulduğu anlaşılmaktadır [68].

#### **1.4.12. Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretiminde Yatırım ve Birim Maliyetleri**

Doğalgaz, Rüzgar, Taşkömürü, Biyokütle enerjisi kurulu maliyetleri hidrolik enerjiye göre ekonomik olmasına rağmen birim maliyetleri yaklaşık 8 katıdır. Elektrik üretiminde Türkiye'deki potansiyeli ve 0.5 cent/kWh birim maliyeti ile hidroelektrik enerji en öncelikli kaynağımızdır [5].

Tablo 12. Elektrik üretiminde yatırım ve birim maliyet karşılaştırılması [5].

<b>Enerji Kaynağı</b>	<b>Kurulu Maliyet \$/kW</b>	<b>Birim Maliyet cent / kWh</b>
Hidroelektrik	1200-1500	0.5
Linyit	1000-1500	3.43
Nükleer	2000-2500	3.63
Fuel-Oil	1100-1250	4.22
Doğal Gaz	800-1000	4.33
Rüzgar	800-1200	4.5
Taş Kömürü	1200-1400	4.55
Jeotermal	1000-1500	4-6
Biyokütle	800-1200	5.5
Güneş	1500-2000	8.5



### 1.4.13. Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli Hesaplama Yöntemi

Hidroelektrik potansiyelin belirlenmesinde yaygın olarak iki metot, debi süreklilik eğrisi metodu ve ardışık akım öteleme metodu kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında ise Trabzon Bölgesinin hidroelektrik enerji potansiyelleri aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$N = \gamma \times H \times Q \times \eta \quad (2)$$

Bu denklemde N güç ((1000kg x m)/s),  $\gamma$  suyun birim hacim ağırlığı (1000kg/m<sup>3</sup>), H kot farkı (m), Q debi (m<sup>3</sup>/s)'dir. Hidroelektrik santralde;  $\eta_{\text{tür}} \times \eta_{\text{jen}} \times \eta_{\text{trans}} = 0.85$  (türbinde:  $\eta_{\text{tür}}$ , jeneratörde:  $\eta_{\text{jen}}$ , transformatörde:  $\eta_{\text{trans}}$ ) oranında güç kaybı oluşur. (1000kg x m)/s = 9.81 kW

$$N = \gamma \times H \times Q \times \eta = 1 \times H \times Q \times 9.81 \times 0.85 \text{ Bunun sonucu Denklem 2;}$$

$$N \cong 8 \times H \times Q \quad (3)$$

olarak elde edilir.

Su kaynağı potansiyel hesabında;

$$N_{\text{brüt}} = 8 \times H_{\text{ort}} \times Q_{\text{ort}} \quad (4)$$

$$E_{\text{brüt}} = N_{\text{brüt}} \times 24 \times 365 \quad (5)$$

denklemleri kullanılabilir. Denklemlerde;  $N_{\text{brüt}}$  su kaynağının brüt gücü (kW),  $H_{\text{ort}}$  havzanın ortalama kotu (m),  $Q_{\text{ort}}$  su kaynağının ortalama debisi (m<sup>3</sup>/s),  $E_{\text{brüt}}$  su kaynağının brüt enerjisi (kWh) dir.

$H_{\text{ort}}$  hesaplanırken DSİ' inin 1/25000'lik haritaları kullanılmıştır. İlk olarak akarsuyun güzergahı ve bu güzergah üzerindeki paftalar birleştirilerek havza alanı tespit edilmiştir. Daha sonra paftalar üzerindeki 2 cm x 2 cm ebadındaki kareler dörde ayrılarak her bir karenin ortalama kotu bulunmuştur. Membadan mansaba kadar bulunan tüm karelerin ortalama kotları toplanıp kare sayına bölünerek ortalama kot hesaplanmıştır [5].

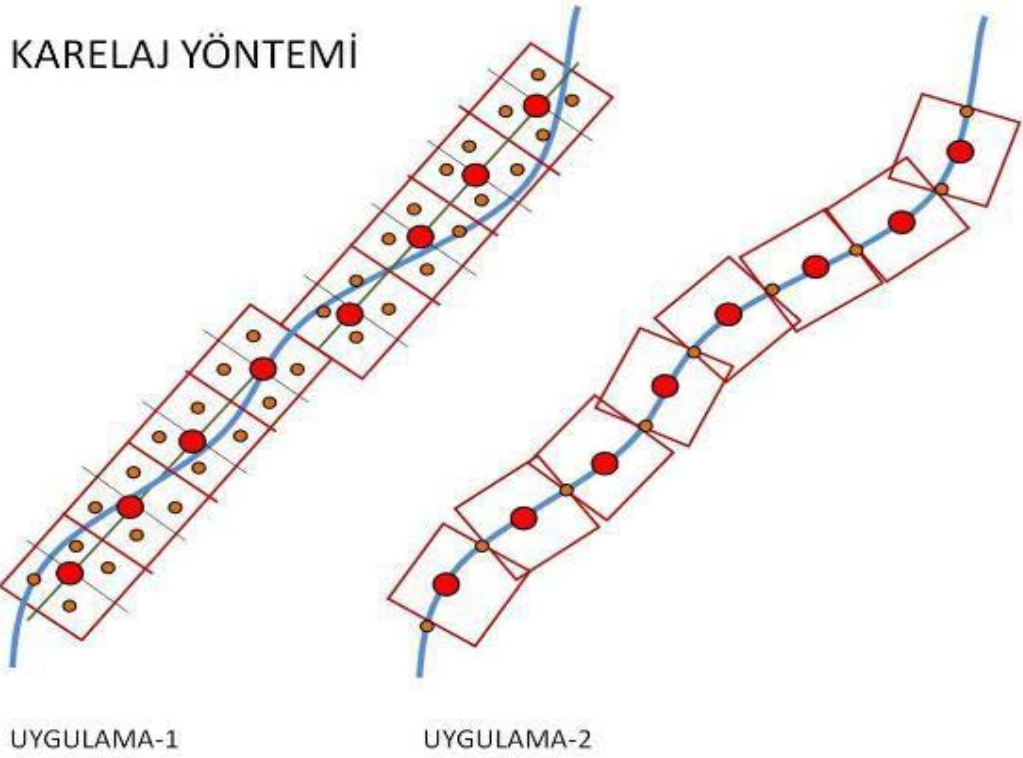
## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde Trabzon Bölgesinde geçmişten günümüze hidroelektrik potansiyel, üretim-tüketim analizi yapılarak, gelecekteki denge araştırılmıştır. Bu bölgedeki akarsuların (Akhisar, Fol, Kirazlık (Çanakçı), İskefiye, Söğütlü (Galanima), Yıldızlı (Sera), Değirmendere, Şana, Yomra, Yanbolu, Karadere, Küçükdere, Sürmene, Solaklı, Baltacı ve diğer küçük dereler) brüt hidroelektrik enerji potansiyelleri, akım ve ortalama yükseklik değerleri kullanılarak genel bilgiler kısmında verilen metotla hesaplanmıştır.

Akarsuların akım değerleri DSİ XXII. Bölge Müdürlüğü Etüt Plan Şube Müdürlüğünden alınmış, ortalama yükseklik değerleri ise Solaklı deresi örneği üzerinde güvenilirliği sınanarak önceki yıllarda yayınlanan “Enerji Kaynakları ve Doğu Karadeniz'in Hidroelektrik Potansiyel Dengesi Etüdü” adlı tezdin alınmıştır. İlgili tez çalışmasında akarsuların ortalama yükseklik değerleri 1/ 25000' lik haritalardan faydalanılarak karelej yöntemi ile belirlenmiştir.

Herhangi bir çalışmayla ortalama yükseklikleri belirlenmemiş olan 102 adet küçük derenin ve de solaklı deresinin ortalama yükseklikleri hesaplanırken ilk olarak DSİ'nin Trabzon Bölgesini kapsayan 1/25000'lik haritaları taranarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. İlgili bütün paftalar bir çizim programı yardımıyla birleştirilmiş ve aynı çizim programı kullanılarak paftaların üzerinden Trabzon bölgesindeki bütün dereler çizilmiştir. Daha sonra bütün küçük dereler hassas olması açısından 1cm x 1cm ebadındaki karelere bölünmüştür. Herhangi bir derenin üzerindeki karelerin kenarlarıyla, derenin keşiştiği yerler nokta koyularak işaretlenmiş ve kareler silinmiştir. Derenin üzerinde mümkün olduğunca eşit aralıklarla işaretlenmiş bu noktaların kotları bulunduktan sonra bütün kotların ikişer ikişer ortalaması alınmıştır. Bu yöntemle birlikte dereler mümkün olduğunca küçük ve eşit parçalara ayrılarak her bir parçanın ortalama kotu bulunmuştur. Bu işlemin devamında her bir parçanın ortalama kotu, bir hesap tablosu programına aktarılmış ve bu program yardımıyla genel ortalama bulunmuştur. Herhangi bir çalışmayla ortalama yükseklikleri belirlenmemiş olan 102 adet küçük derenin ortalama yükseklikleri yukarıda anlatılan yöntemle, solaklı deresinin ortalama yüksekliği ise 2cm x 2cm ebadındaki karelere bölünerek yine aynı yöntemle yeniden hesaplanarak bu çalışmada kullanılmıştır. Ortalama kot hesap çizelgeleri ekte sunulmuştur.

“Enerji Kaynakları ve Doğu Karadeniz'in Hidroelektrik Potansiyel Dengesi Etüdü” adlı tez çalışmasında karelaj yöntemi bu çalışmaya göre daha farklı bir şekilde uygulanmıştır. Her iki çalışmada farklılık gösteren karelaj yöntemini uygulama biçimleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Karelaj yöntemi, “Enerji Kaynakları ve Doğu Karadeniz'in Hidroelektrik Potansiyel Dengesi Etüdü” adlı tez çalışmasında UYGULAMA-1'de gösterilen biçimde; bu çalışmada ise dere merkezli olarak UYGULAMA-2'de gösterilen biçimde kullanılmıştır.



Şekil 2. Karelaj Yöntemi Uygulaması

DSİ ortalama akım değerlerini hesaplarken; su potansiyeli ölçülmeyen akarsuların ortalama akım değerleri için yakın havzaların akım değerleri ve bu akarsuların yağış alanları; küçük derelerin yıllık akım değerleri için ise, yakın havzaların yıllık akım değerleri ve bu küçük derelerin yağış alanlarının toplamını dikkate almıştır.

Trabzon Bölgesinde yapılan araştırmalarda 1986-2008 yılları arasında kullanılan elektrik enerjisi sarfiyatlarının grafikleri çizilmiş ve bu grafiklerden denklem elde edilmiştir. Elektrik enerjisi sarfiyat değerleri, Trabzon TEDAŞ Müdürlüğü tahakkuk servisinden alınmıştır.

## 2.1. Trabzon Bölgesi Brüt Hidroelektrik Potansiyeli

Trabzon Bölgesinin havza alanı  $5310 \text{ km}^2$ , yıllık yağış ortalaması  $900 \text{ mm}$  kadardır. Yıllık ortalama akış (yerüstü) hacmi değeri  $3.486$  milyar  $\text{m}^3$ 'dür. Ayrıca yıllık ortalama akış/yagış oranı:  $0.74$  ve yıllık ortalama akış verimi:  $23.60 \text{ L/s/km}^2$ dir.

DSİ XXII. Bölge Müdürlüğü Trabzon Bölgesinde; Değirmendere:  $560.0 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ , Karadere:  $434.0 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ , Solaklı deresi:  $605.0 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ , Baltacı deresi:  $352.0 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ , Diğer dereler:  $1535.0 \text{ hm}^3/\text{yıl}$  olmak üzere toplam su potansiyelini  $3486.0 \text{ hm}^3/\text{yıl}$  olarak hesaplamıştır.

DSİ, çalışma yaptığı akarsuların yıllık ortalama akım değerlerini, akım gözlem istasyonlarından tespit etmiştir. Trabzon Bölgesinde toplam su potansiyeli hesabında kullanılan akım gözlem istasyonlarının bir kısmı, kotları ve açılış tarihleri Tablo 13 'de verilmiştir.

Tablo 13. Trabzon Bölgesi akım gözlem istasyonları [DSİ 22. Bölge Müd.].

İSTAS. NO	İSTASYON ADI	AÇILIŞ TAR.	GÖZ. SÜRE Yıl	YAGIS ALANI $\text{km}^2$	RAKIM m	MAK. DEBİ $\text{m}^3/\text{s}$	MİN. DEBİ $\text{m}^3/\text{s}$	ORT. DEBİ $\text{m}^3/\text{s}$	ORT YILLIK $\text{x}10^6 \text{ m}^3$
22-07	Haldizen Suyu - Şerah	1966	31	154.7	1114	57.2	0.350	4.336	136.74
22-44	Kara d. - Aytaş	1978	14	421.2	500	181.0	0.460	8.233	259.63
22-52	Solaklı d. - Ulucami	1979	21	576.8	275	144.0	2.200	14.781	452.75
22-53	Sürmene d. - Ortaköy	1979	13	173.6	150	81.0	0.260	5.389	169.94
22-57	Ögene d. - Alçakköprü	1969	21	242.6	650	71.0	0.350	5.262	165.95
22-86	Değirmendere - Öğütlü	1983	10	728.4	160	610.0	1.200	12.602	305.53
22-97	Maçka d. - Melik	2001	2	168.8	600	19.8	0.120	2.386	75.26

Tablo 14'de Trabzon Bölgesindeki akarsuların ana kol uzunluğu, yağış alanı, yıllık ortalama suyu ve debisi verilmiştir.

Tablo 14. Trabzon Bölgesi su kaynakları potansiyeli [DSİ 22. Bölge Müd.].

Sıra no	Akarsu Adı (Yerüstü suyu)	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırları İçindeki Uzunluğu (km)	İl Sınırları İçindeki Yağış alanı (km <sup>2</sup> )	İl Sınırları İçindeki Ortalama yıllık akış (hm <sup>3</sup> )	İl Sınırları İçindeki Ortalama yıllık debi (m <sup>3</sup> /s)	İl Sınırları İçindeki Ortalama yıllık verim (L/s/km <sup>2</sup> )
1	Akhisar	29	29	135	88	2.8	651.9
2	Fol	42	42	200	130	4.1	650.0
3	Kirazlık (Çanakçı)	25	25	77	45	1.4	584.4
4	İskefiye	21	21	72	40	1.3	555.6
5	Söğütlü (Galanima)	44	44	265	112	3.6	422.6
6	Yıldızlı (Sera)	28	28	126	71	2.3	563.5
7	Değirmendere	60	60	1061	560	17.8	527.8
8	Şana	15.8	15.8	71	46	1.5	647.9
9	Yomra	27	27	105	68	2.2	647.6
10	Yanbolu	64.4	64.4	290	189	6.0	651.7
11	Karadere	63	63	735	434	13.8	590.5
12	Küçükdere	35	35	118	116	3.7	983.1
13	Sürmene	41.3	41.3	235	230	7.3	978.7
14	Solaklı	63.6	63.6	760	605	19.2	796.1
15	Baltacı	51	51	380	352	11.2	926.3
16	Diğer küçük dereler	-	-	680	400	12.7	588.2
	<b>Toplam</b>	-	-	<b>5310</b>	<b>3486</b>	<b>110.9</b>	-

### 2.1.1. Trabzon Bölgesindeki Akarsuların Brüt Hidroelektrik Potansiyel Değerleri

Akarsuların ortalama yıllık debi değerleri DSİ XXII. Bölge Müdürlüğü Etüt Plan Şube Müdürlüğünden alınmış, ortalama yükseklik değerleri ise Solaklı deresi örneği üzerinde güvenilirliği sınanarak (aynı metotla yeniden hesaplanarak) önceki yıllarda yayınlanan “Enerji Kaynakları ve Doğu Karadeniz'in Hidroelektrik Potansiyel Dengesi Etüdü” adlı tezdin alınmıştır. İlgili tez çalışmasında akarsuların ortalama yükseklik değerleri hesaplanırken 1/25000'lik haritalar kullanılmıştır. İlk olarak akarsuyun güzergahı ve bu güzergah üzerindeki paftalar birleştirilerek havza alanı tespit edilmiştir. Daha sonra paftalar üzerindeki 2 cm x 2 cm ebadındaki kareler dörde ayrılarak her bir karenin ortalama kotu bulunmuştur. Membadan mansaba kadar bulunan tüm karelerin ortalama kotları toplanıp kare sayısına bölünerek ortalama kot hesaplanmıştır

Herhangi bir çalışmayla belirlenmemiş olan ve sayıları 102 adeti bulan küçük derelerin ortalama yükseltileri 1 cm x 1 cm karelay yöntemi ile tespit edilip bu çalışmada kullanılmıştır.

Brüt hidroelektrik potansiyel hesaplanırken;

$$N_{\text{brüt}} = 8 \times H_{\text{ort}} \times Q_{\text{ort}} \quad (4)$$

$$E_{\text{brüt}} = N_{\text{brüt}} \times 24 \times 365 \quad (5)$$

denklemleri kullanılmıştır.

Tablo 15'te, Trabzon Bölgesindeki akarsuların ortalama yıllık debileri, ortalama kotları, brüt hidroelektrik güç ve enerji potansiyelleri ile bu ilin toplam hidroelektrik güç ve enerji potansiyeli verilmiştir. Solaklı deresinin ve diğer küçük derelerin (102 adet) ortalama kotları bu çalışmada hesaplanarak aşağıdaki tabloda kullanılmıştır.

Tablo 15. Trabzon'un brüt hidroelektrik güç ve enerji potansiyeli [DSİ 22.Bölge Müd., 5].

	Akarsu adı	$Q_{\text{ort}}$ Ortalama yıllık debi ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$H_{\text{ort}}$ Ortalama köt (m)	$N_{\text{brüt}}$ Hidroelektrik Güç (kW) ( $8 \times H_{\text{ort}} \times Q_{\text{ort}}$ )	$E_{\text{brüt}}$ Hidroelektrik Enerji (GWh) ( $N_{\text{brüt}} \times 24 \times 365$ )	$H_{\text{ort}}$ 'un alındığı kaynak
1	Akhisar	2.8	685	15344	134.41	Akdoğan [5].
2	Fol	4.1	905	29684	260.03	Akdoğan [5].
3	Kirazlık (Çanakçı)	1.4	800	8960	78.49	Akdoğan [5].
4	İskefiye	1.3	535	5564	48.74	Akdoğan [5].
5	Söğütlü (Galanima)	3.6	840	24192	211.92	Akdoğan [5].
6	Yıldızlı (Sera)	2.3	800	14720	128.95	Akdoğan [5].
7	Değirmendere	17.8	1260	179424	1571.75	Akdoğan [5].
8	Şana	1.5	455	5460	47.83	Akdoğan [5].
9	Yomra	2.2	850	14960	131.05	Akdoğan [5].
10	Yanbolu	6.0	1180	56640	496.17	Akdoğan [5].
11	Karadere	13.8	1435	158424	1387.79	Akdoğan [5].
12	Küçükdere	3.7	800	23680	207.44	Akdoğan [5].
13	Sürmene	7.3	1150	67160	588.32	Akdoğan [5].
14	Solaklı	19.2	1266	195072	1708.83	<b>Hesaplandı.</b>
15	Baltacı	11.2	1200	107520	941.88	Akdoğan [5].
16	Diğer küçük dereler	12.7	243	24689	216.27	<b>Hesaplandı.</b>
	<b>Toplam</b>	-	-	<b>931493</b>	<b>8159.88</b>	-

Trabzon Bölgesinde Solaklı, Değirmendere, Karadere, Baltacı, Sürmene ve Yanbolu dereleri, toplam 6694.74 GWh brüt hidroelektrik enerjisi ile ilin toplam brüt

hidroelektrik enerjisinin (8159.88 GWh) yaklaşık % 82'sini oluşturmaktadır.

### 2.1.2. Trabzon Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyel Değerlendirme Çalışmaları

Trabzon Bölgesi su kaynaklarının değerlendirilmesinde; Atasu barajı ve HES'i projesinin yanında, işletmede 3 adet HES, inşaatı fiilen başlamış 6 adet HES, inşaata başlayabilir durumda 34 adet HES, su kullanım anlaşması yapılmış 13 adet HES, fizibilite aşamasında 56 adet HES, ön rapor aşamasında ise 27 adet HES projesi bulunmaktadır. Trabzon Bölgesinde Atasu barajı ve ön rapor aşamasındaki HES'ler haricinde toplamda 112 adet HES projelendirilmiştir.

Atasu barajına ait bilgiler Tablo 16'da verilmiştir. Atasu barajı inşaatına 1998 yılında başlanılmış olup 2010 yılında bitirilmesi hedeflenmektedir.

Tablo 16. Trabzon Atasu Barajı [DSİ 22. Bölge Müd.]..

<b>TRABZON ATASU BARAJI</b>	
Yağış alanı (km <sup>2</sup> )	181.5
Yıllık ortalama su (hm <sup>3</sup> )	110
Çekilen su (hm <sup>3</sup> /yıl)	91.25
Regülasyon oranı(%)	82.85
Tipi	Betonarme dairesel kesitli
Yüksekliği (talvegten) (m)	110
Yüksekliği (temelden) (m)	118
Toplam Gövde hacmi (hm <sup>3</sup> )	4.65
Toplam göl hacmi (hm <sup>3</sup> )	37.5
Dolusavak tipi	Yandan alışı, serbest
Dolusavak proje debisi (m <sup>3</sup> /s)	2937

Trabzon Bölgesinde 4628 sayılı EPK'unca geliştirilen hidroelektrik santral projelerinden işletmede bulunanların, inşaatı fiilen başlamış bulunanların, inşaata başlayabilir durumda bulunanların, su kullanım anlaşması yapılmış durumda bulunanların ve fizibilite aşamasında bulunanların listeleri ekte tablolar halinde verilmiştir.

Trabzon Bölgesinde projelendirilmiş bulunan bütün Hidroelektrik Santraller ile ilgili özet bilgiler (kurulu güç, toplam enerji ve firm enerji) Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. Trabzon Bölgesinde projelendirilmiş bulunan bütün HES'lerin özet bilgileri [DSİ 22. Bölge Müdürlüğü].

PROJE AŞAMASI	HES ADETİ	KURULU GÜÇ MW	TOPLAM ENERJİ GWh	FİRM ENERJİ GWh
FİZİBİLİTE	56	267.50	896.59	179.73
SU KULLANIM ANLAŞMASI	13	274.92	952.51	449.03
İNŞAAT	40	429.70	1.614.79	417.93
İŞLETMEDE	3	64.60	282.15	91.18
TOPLAM	112	1.036.72	3.746.04	1.137.87
ATASU BARAJI	2	45	150.5	-
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>114</b>	<b>1,081.72</b>	<b>3,896.54</b>	<b>-</b>

İnşaatı 2010 yılında bitirilmesi hedeflenen Atasu barajının kurulu gücü 45 MW, toplam enerjisi 150.5 GWh/yıl'dır. Atasu barajı ve diğer HES projeleri göz önünde bulundurulduğunda; Trabzon Bölgesinde toplamda 1,081.72 MW kurulu güç ve 3,896.54 GWh/yıl elektrik enerjisi üretilmiş olacaktır.

### 2.1.3. Trabzon Bölgesi Brüt Hidroelektrik Enerji Tüketim Analizi

Bu bölümde Trabzon Bölgesinin geçmiş yıllardaki elektrik tüketiminden hareketle, zamana göre değişimin grafiği çizilmiş ve enerji denklemi elde edilmiştir.

Trabzon Bölgesinde, 1986'dan 2008'e kadar tüketilen elektrik enerjisi miktarları Tablo 18'de gösterilmiştir. Bu değerler, Trabzon TEDAŞ Müdürlüğü tahakkuk servisinden alınmıştır. Eldeki veriler kullanılarak elektrik sarfiyat grafikleri çizilmiş ve denklem elde edilmiştir.



Tablo 18. Trabzon Bölgesinde yıllara göre elektrik tüketimi [Trabzon TEDAŞ].

	<b>Yıllar</b>	<b>Kullanılan Elektrik Enerjisi (1000 kWh)</b>
1	1986	192.210
2	1987	236.825
3	1988	268.667
4	1989	282.600
5	1990	301.361
6	1991	340.833
7	1992	377.814
8	1993	406.925
9	1994	431.339
10	1995	447.062
11	1996	481.206
12	1997	519.790
13	1998	578.129
14	1999	621.352
15	2000	645.969
16	2001	616.591
17	2002	630.801
18	2003	658.902
19	2004	712.731
20	2005	783.003
21	2006	871.914
22	2007	995.840
23	2008	1,077.856

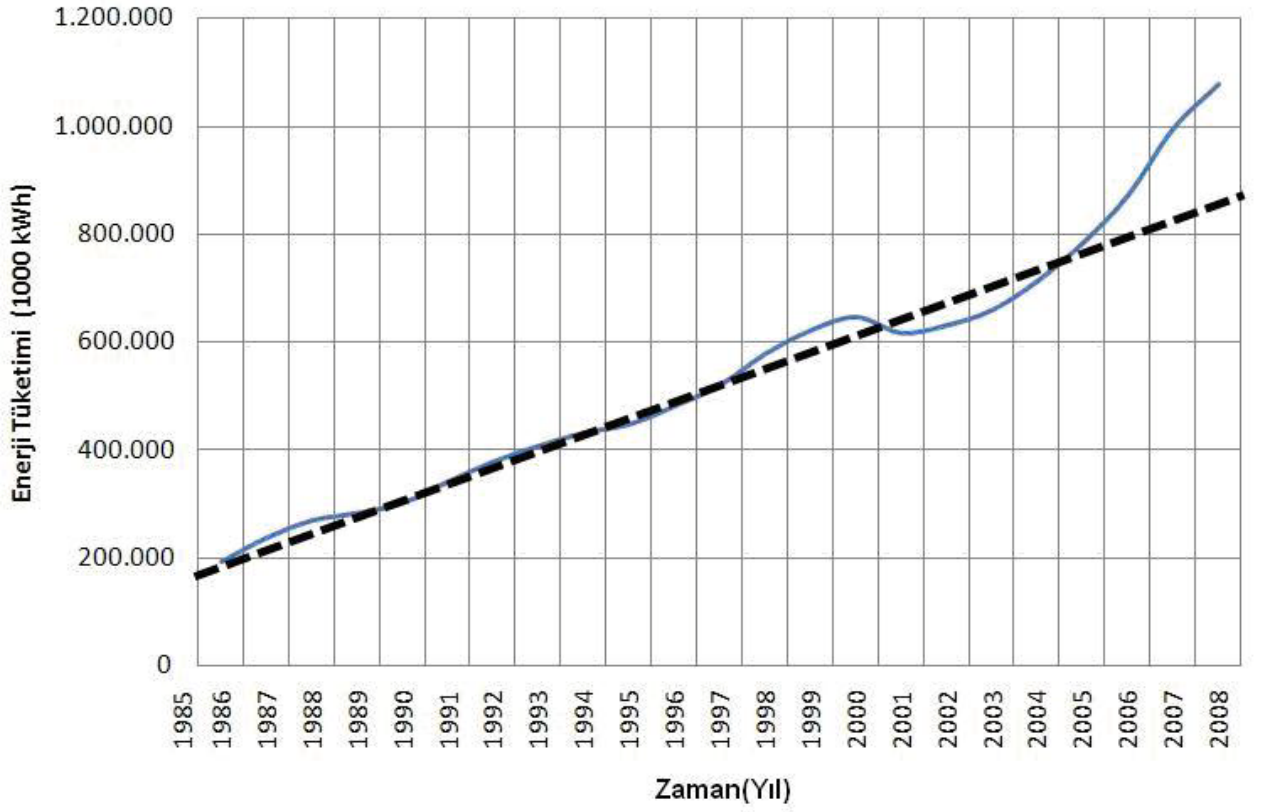
Trabzon Bölgesinin elektrik tüketiminin yıllara göre dağılımı Şekil 3'te gösterilmektedir. 1986'dan 2008'e kadar kullanılan elektrik enerjisi miktarlarının yıllara göre değişiminin denklemi tablodaki verilerden SPSS. (Statistical Package for the Social Sciences) adlı istatistik programı yardımıyla bilgisayar ortamında elde edilmiş ve aşağıda verilmiştir.

$$E = - 6.80 \times 10^{-7} t^2 + 34333.695 \times t \quad (6)$$

$$R^2 = 0.945, \quad R = 0.972 \text{ ve}$$

t : Zaman olup birimi yıl'dır.

E: Elektrik enerjisi tahmini tüketim miktarı olup birimi kWh'tır.



Şekil 3. Trabzon Bölgesi enerji tüketiminin yıllara göre değişimi [Trabzon TEDAŞ].

Trabzon Bölgesinde kişi başına düşen elektrik tüketimi de her yıl artış göstermektedir. 2002-2008 yılları arasındaki Trabzon Bölgesinde kişi başına düşen elektrik tüketiminin yıllara göre dağılımı Tablo 19'da gösterilmiştir.

Tablo 19. Trabzon Bölgesinde kişi başına düşen elektrik tüketimi [70].

Yıl	Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi (Birim: kWh/kişi)
2002	534.21
2003	558.14
2004	599.89
2005	653.25
2006	710.90
2007	1195.41
2008	1288.61

### 3. BULGULAR VE İRDELEME

Bu bölümde Trabzon Bölgesinde 2005-2100 yılları arasında 5 yıllık periyotlarda elektrik enerjisi tüketimi tahmin edilmiş, hesaplanan brüt hidroelektrik enerji potansiyelin değerlendirilmesi ve bölgenin büyüme hızının aynı eğilimde olması durumlarında, tüketimin karşılanma oranları hesaplanmıştır.

Bölgenin hidroelektrik enerji potansiyel değerlendirme çalışmaları (işletmede, inşaat halinde, su kullanım anlaşması yapılmış, fizibilite ve ön rapor aşamalarındaki) ile elde edilen bulgular irdelenmiştir.

#### 3.1. Trabzon Bölgesi Hidroelektrik Potansiyel Değerlendirme Çalışmaları, Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Ulusal Enerji Sistemine Verilecek Elektrik Enerjisi

Trabzon Bölgesinde 2005-2100 yılları arasında 5 yıllık periyotlarda elektrik enerjisi tüketimi

$$E = - 6.80 \times 10^7 + 34333.695 \times t \quad (6)$$

denklemini kullanılarak tahmin edilmiştir.

Yapılan çalışmalar bölümünde Trabzon Bölgesinin toplam brüt hidroelektrik enerji potansiyeli 8159.88 GWh olarak hesaplanmıştır. Bu potansiyelin değerlendirilmesi halinde, Trabzon Bölgesinde 2005-2100 yılları arasında 5 yıllık periyotlarla olası elektrik enerjisi tüketimi, brüt potansiyelle karşılaştırılarak tüketimin karşılanma durumu ve elde edilen bulgular Tablo 20'de verilmiştir.

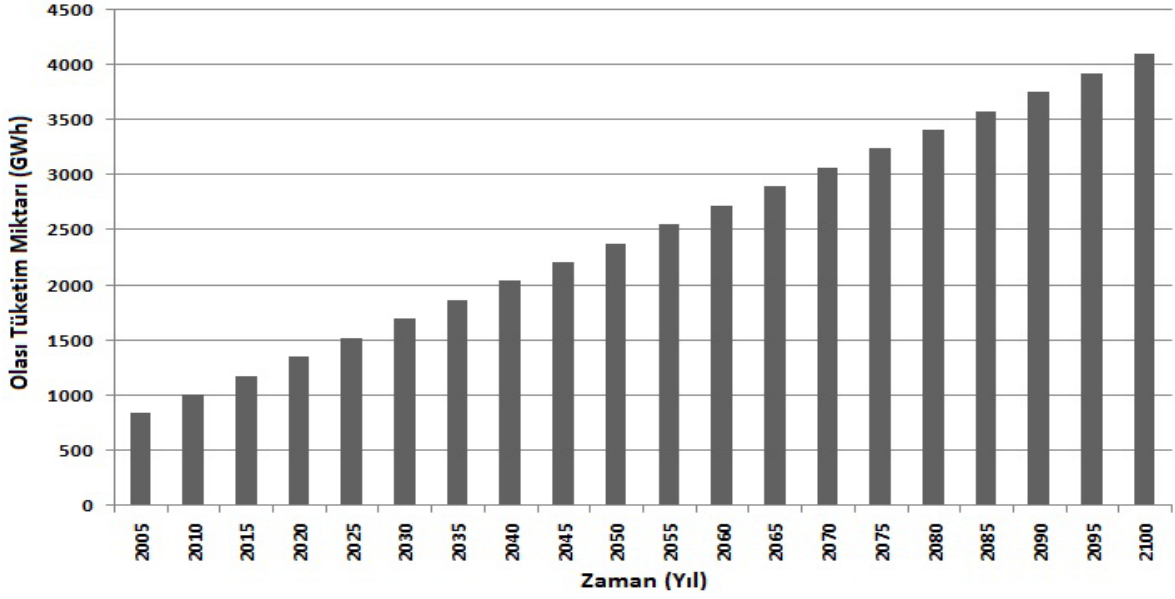
Trabzon Bölgesinde, bu bölgedeki toplam brüt hidroelektrik enerji potansiyelin değerlendirilmesi halinde; 2020 yılındaki olası tüketim miktarının 1354.06 GWh (%16.59), 2030 yılındaki olası tüketim miktarının 1697.40 GWh (%20.80), 2040 yılındaki olası tüketim miktarının 2040.74 GWh (%25.01), 2050 yılındaki olası tüketim miktarının 2384.07 GWh (%29.22), 2060 yılındaki olası tüketim miktarının 2727.41 GWh (%33.42), 2070 yılındaki olası tüketim miktarının 3070.75 GWh (%37.63), 2080 yılındaki olası tüketim miktarının 3414.09 GWh (%41.84), 2090 yılındaki olası tüketim miktarının 3757.42 GWh (%46.05), 2100 yılındaki olası tüketim miktarının 4100.76 GWh (%50.26),

ayrıca büyüme hızının yine aynı eğilimde olması şartıyla 2220 yılındaki olası tüketim miktarının tahminen 8220 GWh (%100) olacağı hesaplanmıştır. Hesaplanan bu sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 20. Trabzon Bölgesinde elektrik enerjisi tüketimi ve sisteme verilecek elektrik miktarları

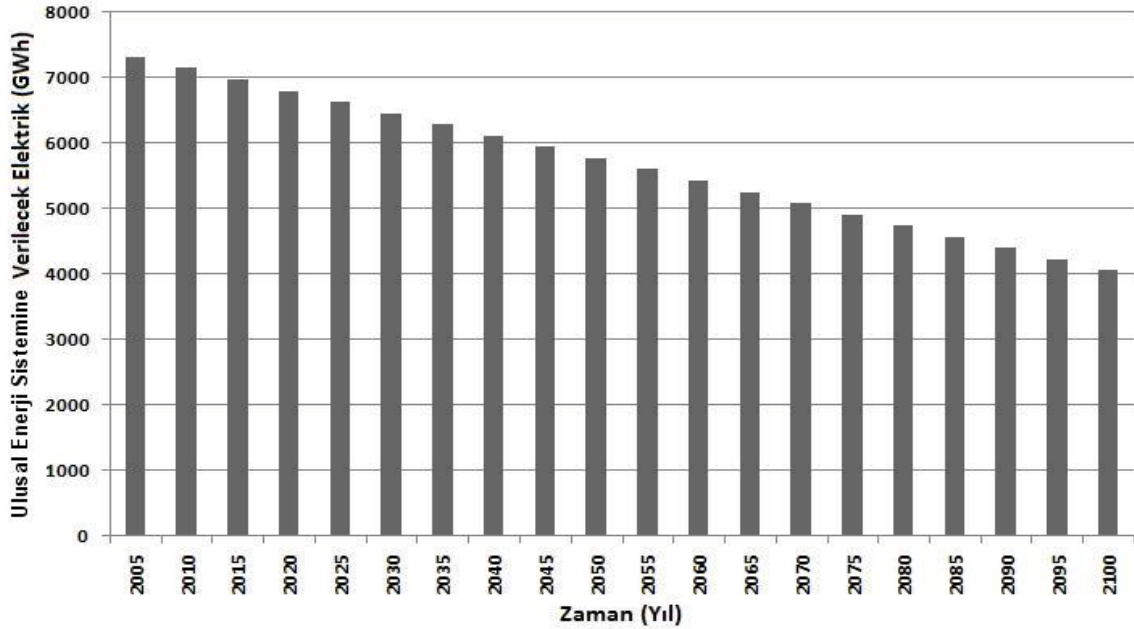
<b>Toplam Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (GWh )</b>	<b>Yıllar</b>	<b>Elektrik Tüketim Miktarları (GWh)</b>	<b>Ulusal Enerji Sistemine Verilecek Elektrik Miktarları (GWh)</b>	<b>Elektrik Tüketimine Verilecek Oran (%)</b>	<b>Ulusal Enerji Sistemine Verilecek Elektrik Miktarları (%)</b>
<b>8159.88</b>	2005	839.06	7320.82	10.28	89.72
	2010	1010.73	7149.15	12.39	87.61
	2015	1182.40	6977.48	14.49	85.51
	2020	1354.06	6805.82	16.59	83.41
	2025	1525.73	6634.15	18.70	81.30
	2030	1697.40	6462.48	20.80	79.20
	2035	1869.07	6290.81	22.91	77.09
	2040	2040.74	6119.14	25.01	74.99
	2045	2212.41	5947.47	27.11	72.89
	2050	2384.07	5775.81	29.22	70.78
	2055	2555.74	5604.14	31.32	68.68
	2060	2727.41	5432.47	33.42	66.58
	2065	2899.08	5260.80	35.53	64.47
	2070	3070.75	5089.13	37.63	62.37
	2075	3242.42	4917.46	39.74	60.26
	2080	3414.09	4745.79	41.84	58.16
	2085	3585.75	4574.13	43.94	56.06
	2090	3757.42	4402.46	46.05	53.95
2095	3929.09	4230.79	48.15	51.85	
2100	4100.76	4059.12	50.26	49.74	

Şekil 4'te Trabzon Bölgesinde 2005-2100 yılları arasında olası elektrik enerjisi tüketim miktarları verilmiştir.



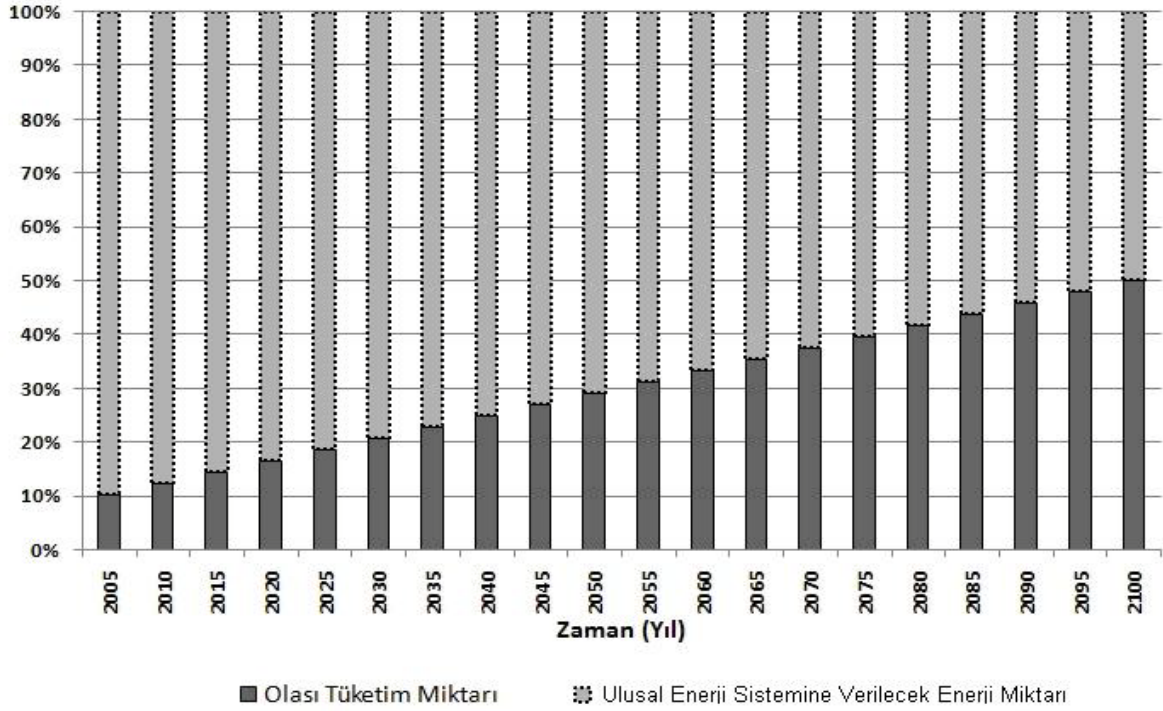
Şekil 4. Trabzon Bölgesinde olası elektrik enerjisi tüketim miktarları

Şekil 5'te Trabzon Bölgesinde 2005-2100 yılları arasında ulusal enerji sistemine verilecek elektrik miktarları verilmiştir.



Şekil 5. Trabzon Bölgesinde ulusal enerji sistemine verilecek elektrik miktarları

Şekil 6'da Trabzon Bölgesinde 2005-2100 yılları arasında ulusal enerji sistemine (enterkonnekte sisteme) verilecek elektrik ve olası tüketim miktarları % olarak karşılaştırılmıştır.



Şekil 6. Olası tüketim miktarları ve ulusal enerji sistemine verilecek elektrik enerjisinin % olarak karşılaştırılması

### 3.1.1. Trabzon Bölgesi Mevcut Projeleri ve Brüt Potansiyelin Etüdü

İnşaatı 2010 yılında bitirilmesi hedeflenen Atasu barajının kurulu gücü 45 MW, toplam enerjisi 150.5 GWh/yıl'dır. Atasu barajı ve diğer HES projeleri göz önünde bulundurulduğunda; Trabzon Bölgesinde toplamda 1,081.72 MW kurulu güç ve 3,896.54 GWh/yıl elektrik enerjisi üretilmiş olacaktır.

İşletmede olan 3 adet HES projesiyle 282.15 GWh/yıl elektrik enerjisi üretilmiş ve hesaplanan toplam brüt hidroelektrik enerji potansiyelinin (8159.88 GWh) yaklaşık % 3' ü değerlendirilmiştir. İnşaat halinde olan 40 adet HES projesi tamamlanınca 1.614.79 GWh/yıl elektrik enerjisi üretilmiş ve hesaplanan toplam brüt hidroelektrik enerji potansiyelinin (8159.88 GWh) yaklaşık % 20'si değerlendirilmiş olacaktır. Su kullanım anlaşması yapılmış 13 adet HES projesi tamamlanınca 952.51 GWh/yıl elektrik enerjisi üretilmiş ve hesaplanan toplam brüt hidroelektrik enerji potansiyelinin (8159.88 GWh) yaklaşık % 12'si değerlendirilmiş olacaktır. Fizibilite aşamasında 56 adet HES projesi tamamlanınca 896.59 GWh/yıl elektrik enerjisi üretilmiş ve hesaplanan toplam brüt hidroelektrik enerji potansiyelinin (8159.88 GWh) yaklaşık % 11'i değerlendirilmiş olacaktır. Atasu barajı ve HES'i projesi tamamlanınca 150.5 GWh/yıl elektrik enerjisi

üretmiş ve hesaplanan toplam brüt hidroelektrik enerji potansiyelinin (8159.88 GWh) yaklaşık % 2'si değerlendirilmiş olacaktır. Bu projelerin tümü işletmeye geçtiğinde Trabzon Bölgesinde toplamda 1,081.72 MW kurulu güç ve 3,896.54 GWh/yıl elektrik enerjisi üretilmiş olacak ve toplam brüt hidroelektrik enerji potansiyelinin (8159.88 GWh) yaklaşık olarak % 48' i değerlendirilmiş olacaktır. Ayrıca bu değerlendirmeler dışında ön rapor aşamasında 27 adet HES projesi bulunmaktadır.

### **3.1.2. Trabzon Bölgesi Mevcut Projeleri'nin Kurulu Güç Bakımından Etüdü**

İşletmede olan 3 adet HES projesiyle 64.6 MW kurulu güce ulaşılmıştır. İnşaat halinde olan 40 adet HES projesi tamamlanınca 429.7 MW, su kullanım anlaşması yapılmış 13 adet HES projesi tamamlanınca 274,92 MW, fizibilite aşamasında olan 56 adet HES projesi tamamlanınca 267.5 MW, Atasu baraj ve HES'i projesi tamamlanınca 45 MW kurulu güç elde edilecek ve söz konusu bütün projeler işletmeye geçtiği zaman Trabzon Bölgesi toplam kurulu gücü 1,081.72 MW'a ulaşacaktır.

Projeler tamamlandığında Trabzon Bölgesinde toplamda 1,081.72 MW kurulu güç ve 3,896.54 GWh/yıl elektrik enerjisi üretilmiş olacaktır. Bu doğrultuda toplam brüt hidroelektrik enerji kapasitesine erişebilmek için bu ilde hidroelektrik santrallerin yaklaşık olarak toplamda 2200 MW'lık kurulu güce ulaşması gerekmektedir.

### **3.1.3. Trabzon Bölgesi'ndeki Mevcut Projelerin Bölge Ekonomisine Katkısı**

Yıllık enerji ihtiyaç artışı %8 olan ülkemizde, 2015 de 403 milyar kWh, 2020 de 544 milyar kWh enerji tüketimi tahmin edilmektedir. Bu rakamlara göre hidroelektrik enerji 2020 yılında tüketimin % 24'ünü karşılayabilmektedir. Ülkemizde toplam elektrik enerjisi üretiminin, hidroelektrik enerji %30'unu, termik enerji %68'ini, diğer kaynaklar ise %2'sini karşılamaktadır. Termik enerjiden üretilen elektriğin %60'ı doğalgaz, %30'u kömür ve %10'u da akaryakıt ve diğer kaynaklardan elde edilmektedir. Petrol, doğalgaz vb. fosil kaynakların büyük bir kısmının ithal edilmesi ve elektrik üretiminde %68 gibi yüksek bir oranda kullanılması kWh başına düşen birim maliyetin çok yüksek olmasına (4-5 cent) sebep olmaktadır. Bu nedenlerle, öz kaynağımız olan hidroelektrik enerjinin birim maliyeti çok düşük (0.5 cent) olduğu için elektrik üretimindeki payının artırılması zorunluluğu

ortaya çıkmaktadır; bu da ancak mevcut projelerin tamamlanması ve yeni projelerin hazırlanması ile gerçekleşebilir.

Hidroelektrik santral projelerinin değerlendirilmesinin; sanayinin geri kaldığı, ekonominin genellikle tarıma dayalı ve istihdam probleminin hat safhada olduğu başta Trabzon olmak üzere gelişmekte olan illerimizde ekonomik canlılık yaratacağı aşikardır. HES'ler bulunduğu bölgedeki birçok noktayı taşkınlara karşı koruyarak bölge ekonomisine dolaylı olarak katkıda bulunmaktadır.

Trabzon Bölgesinde yapılacak olan HES projelerinin yapım aşamasında istihdama büyük katkıları olacaktır. Binlerce insan bu projelerin inşaatında çalışacaktır. Ayrıca bu inşaatların yapımında kullanılacak beton, çimento ve ahşap malzemenin tamamı, elektrik, elektronik ve makine teçhizatının ise bir kısmı bölgeden karşılanacağından üretim ve ticareti canlandıracaktır.

Trabzon Bölgesinde HES'lere ulaşım adına devlet karayolu inşaatları yapımına çeşitli noktalarda devam edilmektedir. Bahsi geçen karayolu inşaatları tamamlandığında ilin iç bölgelerine ulaşım biraz daha rahatlayacaktır. Trabzon Bölgesindeki projelerin tamamının devreye girmesiyle yaklaşık olarak 2000 kişilik istihdam yaratılmış olacak ve il ekonomisinin gelişmesine katkı sağlanacaktır.



#### 4. SONUÇLAR

Türkiye’de toplam hidroelektrik potansiyelin tümünün 2020 yılına kadar üretime geçirilmesi planlamaktadır. Yıllık enerji ihtiyaç artışı %8 olarak tahmin edilmektedir. Bundan dolayı 2015 de 403 milyar kWh/yıl, 2020 de 476 milyar kWh/yıl enerji tüketimi tahmin edilmektedir. Bu rakamlara göre hidroelektrik enerji 2020 yılında tüketimin %32.5’ini karşılayabilmektedir.

Trabzon Bölgesinin brüt hidroelektrik potansiyeli 8159.88 GWh olarak hesaplanmıştır. Bu potansiyelin %82’si Solaklı, Değirmendere, Karadere, Baltacı, Sürmene ve Yanbolu derelerinden elde edilmiştir.

İlin 2100 yılındaki olası elektrik enerjisi ihtiyacının, büyüme hızının (elektrik tüketimi artışının) aynı eğilimde olması şartıyla brüt hidroelektrik potansiyelin %50’sinin değerlendirilmesi halinde karşılanabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı şartlar göz önünde bulundurulduğunda ilin 2220 yılındaki olası elektrik ihtiyacının brüt hidroelektrik potansiyelin tamamının değerlendirilmesiyle birlikte ancak karşılanabileceği tahminine ulaşılmıştır.

Trabzon Bölgesindeki tüm HES projeleri tamamlandığında, ilin toplam brüt hidroelektrik potansiyelinin %48’i değerlendirilmiş olacaktır. Toplam brüt hidroelektrik potansiyel açısından; bu projelerden işletmede olanlar yaklaşık %3, inşaat halinde olanlar yaklaşık %20, su kullanım anlaşması yapılmış olanlar yaklaşık %12, fizibilite aşamasında olanlar yaklaşık %11, Atasu barajı ve HES projesi yaklaşık %2 oranındadır. İldeki projeler tamamlandığında toplam brüt hidroelektrik enerji potansiyelinin önemli bir bölümünün değerlendirileceği sonucuna varılmıştır.

İldeki tüm HES projeleri tamamlandığında, ilin toplam brüt hidroelektrik potansiyelinin %48’i değerlendirilmiş ve büyüme hızının aynı eğilimde olması şartıyla ilin 2095 yılındaki olası elektrik enerjisi ihtiyacı da brüt hidroelektrik potansiyelin %48’iyle karşılanmış olacaktır.

Trabzon Bölgesindeki toplam brüt hidroelektrik potansiyel, tahminen önümüzdeki iki yüzyıl içinde de ilin elektrik ihtiyacını karşılamaya yetecektir. Ancak söz konusu brüt hidroelektrik potansiyel uzun vadede sadece Trabzon Bölgesinin ihtiyacını karşılayabilir. Bu yüzden Trabzon ilimiz, bölgedeki diğer illerin elektrik ihtiyaç taleplerini karşılayamaz; aksine uzun vadede dışarıdan elektrik almak zorunda kalabilir.

## 5. ÖNERİLER

Elektrik enerjisi tüketiminin Türkiye’de 2020 yılında 476 milyar kWh/yıl olacağı, hidroelektrik enerjinin tahmin edilen bu tüketimin %32.5’ini karşılayabileceği varsayımları ve yerli kaynağımız olan hidroelektrik enerjinin birim maliyetinin fosil kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisine göre çok daha ucuz olması dikkate alınarak bölgedeki mevcut ve önerilen projeler hızla yapılmalıdır.

Elektrik enerjisinin iletilmesi ve dağıtılması açısından bakıldığında Türkiye’deki kayıp ve kaçakların oranı % 23 ile son derece yüksek seviyededir. Kaliteli ve güvenilir elektrik enerji arzının sağlanması amacıyla mevcut iletim ve dağıtım hatları iyileştirilmelidir.

Trabzon Bölgesinde mevcut olan brüt hidroelektrik enerji potansiyellerinin belirlenmesi ve potansiyellerin incelenmesine yönelik bu çalışma sonucunda yapılan öneriler aşağıda verilmiştir.

Trabzon Bölgesindeki küçük derelerin potansiyelleri (216.27 GWh), küçük hidroelektrik santral projeleri ile değerlendirilmeli, bölge ve ülke ekonomisine kazandırılmalıdır.

Trabzon Bölgesindeki derelerde yeni projelendirmeler yapılarak mevcut projelerin desteklenmesiyle birlikte Trabzon Bölgesi brüt hidroelektrik enerji potansiyelinin (8159.88 GWh) değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ulusal çıkarlarımız doğrultusunda petrol ve benzeri ithal yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması, çevre konusunda, kirlilik ve dünya ölçeğinde küresel ısınma riskinin azaltılması için yerel ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak bu bölgedeki mevcut hidroelektrik potansiyellerin tamamı mutlaka değerlendirilmelidir. Ayrıca henüz gerektiği gibi değerlendirilemeyen diğer yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının da en kısa zamanda devlet-millet işbirliğiyle enerji arzına katkısının sağlanması gereklidir.

Bölgedeki HES projelerinin planlama ve uygulama aşamalarında; ekolojik denge ve yaşam açısından “can suyu” da denilen sürekli bırakılması gerekli ekolojik ihtiyaç debisi, mansaba bırakılacak su miktarı, projelerin inşa aşamasında çevreye etkileri, havzalar arası su transferi, projelerin sosyal etkileri, kamulaştırma problemleri, balık geçitleri ve sucul hayat gibi konuların üzerinde büyük bir önemle durulmalıdır.

HES projelerinin hayata geçirilmesinin önündeki engelleri kaldırmak açısından; kamuoyunun bilinçlendirilmesi, HES'lerin taşkın korumaya katkısı gibi konu hakkındaki bilimsel doğruların ilgililere ve kamuoyuna anlatılması, eksik ve yanlış bilgi ile HES'lere karşı duruşun önlenmesi, HES projelerinin uygulanmasını önlemek amacıyla Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu tarafından vadilerin sit alanı ilan edilmesinin bilimsel verilerle önüne geçilmesi gereklidir.

Çalışma konusu brüt hidroelektrik potansiyel (8159.88 GWh), uzun yıllar boyunca Trabzon Bölgesinin elektrik ihtiyacını karşılayabilecektir. Ancak bu ilimiz bölgedeki diğer illerin elektrik ihtiyaçlarını karşılayamaz, aksine önümüzdeki iki yüzyıl sonunda dışarıdan elektrik almak zorunda kalabilir.

Günümüz koşullarında Hidroelektrik santrallerin tamamı projelendirilip hayata geçirilse bile elde edilecek enerji, elektrik ihtiyacını karşılayamayacaktır. Ancak bilimin ışığında teknolojinin gelişmesiyle beraber yeni enerji kaynakları ortaya çıkmakta ve var olan kaynaklar zaman içinde en yüksek verimde kullanılabilir. Bilim ve teknoloji ilerledikçe yaygın kanaatin tersine aslında ihtiyaçların sınırlı, kaynakların ise bilim ve teknoloji ışığında sınırsız olduğunun farkına varılacaktır. Enerjinin hayati önemi göz önünde bulundurulduğunda; hidroelektrik enerjiden farklı yenilenebilir enerji kaynaklarına da yönelim kaçınılmazdır. Nükleer enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi, deniz dalgası enerjisi ve bölge şartlarına uygun diğer yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının da enerji arzına katkısının sağlanması gereklidir. Ancak nükleer enerji gibi oldukça hassas enerji projelerinde çağın getirdiği ve gerektirdiği en son teknolojiler kullanılarak maksimum güvenlik ortamı sağlanmalıdır. Risk unsuru taşıyan enerji projelerinin planlama ve uygulama aşamasında; çevre, ekolojik denge ve insan sağlığı gibi en önemli konulara öncelik verilerek, bu tür projelerin de bölgenin uygun noktalarında hayata geçirilmesi sağlanmalıdır.

## 6. KAYNAKLAR

1. Akova, İ., Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 1, 1, 33, 153, Nobel Basımevi, Ankara, 2008
2. [http://www.uteg.org/makaleler/potansiyeli\\_cevresel\\_eteklerinin.pdf](http://www.uteg.org/makaleler/potansiyeli_cevresel_eteklerinin.pdf), 04 Ocak 2009.
3. DPT., Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Yayın No: DPT: 2610-ÖİK: 621 Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2001.
4. Yavuz, O., Ordu-Samsun Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2007
5. Akdoğan, M., Enerji Kaynakları ve Doğu Karadeniz'in Hidroelektrik Potansiyel Dengesi Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2006.
6. Yüksek, Ö., Kömürcü, M. L, Yüksel, İ., and Kaygusuz, K., The Role of Hydropower in Meeting Turkey's Electric Energy Demand, Energy Policy, 34 (2006) 3093-3103.
7. Akpınar, A., Kömürcü, M. I., Önsoy, H. and Kaygusuz, K., Status of geothermal energy amongst Turkey's energy sources, Renewable and Sustainable Energy Reviews, (in press), 2007.
8. Avcı, İ., Türkiye'de Küçük Hidroelektrik Santrallerin Tarihsel Gelişimi ve Bugünkü Durumu, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
9. Özkök, V., Hidroelektrik Potansiyel Belirleme Metodları ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
10. Hürdoğan, G., Enerji Kaynakları ve Türkiye'nin Jeoenerjetik Konumu, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005.
11. Yılankırkan, N., Türkiye'nin Alternatif Enerji Kaynakları ve Kullanım Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2004.
12. Çakay, R., 2023 Yılında Türkiye'de Enerji, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003.
13. Kavak, K., Türkiye'nin Enerji Politikaları İçin Bir Stratejik Planlama Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.
14. Akım, K., Ulaştırma ve Enerji, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.
15. Şener, M., Dünyada ve Türkiye'de Enerji Sektörünün Genel Durumu ve Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketim Tahminleri, İstanbul, 2001.

16. Demir, İ., Enerji Dediğimiz, Bilim ve Teknik Dergisi, Ankara, 340 (1996) 97-98.
17. <http://www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/TanitimKoordinasyonDb/kuresellesme.doc>, 03 Ocak 2009.
18. <http://atlas.cc.itu.edu.tr/~baytas/enerji/enerjim.htm>, 03 Ocak 2009.
19. <http://termiksantral.sitemynet.com/BAKAR/id2.htm>, 03 Ocak 2006.
20. <http://www.tki.gov.tr/personelden/GENEL%20ENERJİ%20POLİTİKALARI%20İCERİSİNDE%20KOMURUN%20YERİ.doc>, 03 Ocak 2009.
21. [http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi\\_maddeler/nukleerenerji.html](http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/nukleerenerji.html), 03 Ocak 2009.
22. <http://www.taek.gov.tr/bilgi/sss/elektrik.html>, 03 Ocak 2009.
23. <http://www.nukleer.web.tr>, 03 Ocak 2009.
24. [http://tr.wikipedia.org/wiki/Jeotermal\\_Enerji](http://tr.wikipedia.org/wiki/Jeotermal_Enerji), 03 Ocak 2009.
25. <http://ekutup.dpt.gov.tr/madencil/enerjiha/oik497.pdf>, 04 Ocak 2009.
26. <http://www.kto.org.tr/dosya/rapor/nukleerenerji1.pdf>, 15 Kasım 2009
27. <http://www.taek.gov.tr/bilgi-kosesi/nukleer-enerji-ve-reaktorler/84-nukleer-yakit-cevrimi/251-nuekleer-hammadde-uranyum-toryum.html>, 15 Kasım 2009
28. <http://www.geothermal.marin.org/geopresentation>, 04 Ocak 2009.
29. [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/13turkiyede\\_jeotermal\\_enerji.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/13turkiyede_jeotermal_enerji.html), 04 Ocak 2009.
30. <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunes.html>, 04 Ocak 2009.
31. [http://www.mmo.org.tr/resimler/ekler/81e728d9d4c2f63\\_ek.pdf?dergi=18](http://www.mmo.org.tr/resimler/ekler/81e728d9d4c2f63_ek.pdf?dergi=18), 04 Ocak 2009
32. Yılmaz, A., Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyelinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995.
33. [http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzgar\\_Enerjisi](http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzgar_Enerjisi), 04 Ocak 2009.
34. <http://www.turkelektrik.com/T-Ruzgar%20Turbini.htm>, 04 Ocak 2009.
35. <http://www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/ruzgar.pdf>, 04 Ocak 2009.
36. <http://st.fatih.edu.tr/~cenkakman/ruzgarenerjisi.html>, 04 Ocak 2006.

37. <http://www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/Biyokutle.pdf>, 07 Ocak 2009.
38. <http://www.biyogaz.com/bgn.htm>, 07 Ocak 2009.
39. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Biodizel>, 07 Ocak 2006.
40. <http://www.biodiesel.com.tr/biodiesel.asp>, 07 Ocak 2009.
41. Yıldız, M., Dünyada ve Türkiye'de Alternatif ve Fosil Enerji Kaynaklarının Geleceğe Yönelik Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2006.
42. [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/hidrojen\\_enerjisi.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/hidrojen_enerjisi.html), 03 Ocak 2009.
43. [http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi134/d134\\_101105.pdf](http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi134/d134_101105.pdf), 07 Ocak 2009.
44. [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/hidrojen\\_depolanmasi.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/hidrojen_depolanmasi.html), 03 Ocak 2009.
45. Koca, A., Hidrojen Üretimi ve Enerji Olarak Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1998.
46. Doğan, M., Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye'de ve Dünyada Enerji Rezervleri, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, İzmir, 1 (1998) 113-125.
47. <http://www.dalgaenerjisi.com>, 11 Ocak 2009.
48. [http://www.worldenergy.org/publications/survey\\_of\\_energy\\_resources\\_interim\\_update\\_2009/1794.asp](http://www.worldenergy.org/publications/survey_of_energy_resources_interim_update_2009/1794.asp), 11 Ocak 2009.
49. [http://www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/G\\_Bugune.pdf](http://www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/G_Bugune.pdf), 11 Ocak 2009.
50. <http://www.tubitak.gov.tr/btpd/btsd/platform/enerji/altgrup/cevre/bolum2.pdf>, 11 Ocak 2009.
51. <http://www.tubitak.gov.tr/btpd/btsd/platform/enerji/bolum6.html>, 11 Ocak 2009.
52. Bulut, F., Mühendislerle ilişkin su semineri, DSİ, Ankara, (2004) 1-14
53. [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/HES/proje/HESProje05\\_istik.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/HES/proje/HESProje05_istik.html), 11 Ocak 2009.
54. <http://www.serki.com/index.php?bolumsec=terimler&id=ao86ra>, 11 Ocak 2009.
55. <http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php?ID=20>, 12 Ocak 2009.
56. <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hes/proje/turkeyhidro.doc>, 12 Ocak 2009.
57. Akpınar, A., Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye'nin Toplam Elektrik ve Hidroelektrik Enerji Üretim Projeksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007

58. Akpınar, A., Kömürcü, M. İ., Kankal, M., Özölçer, İ.H. and Kaygusuz, K., Energy Situation and Renewables in Turkey and Environmental Effects of Energy Use, Renewable and Sustainable Energy Reviews, (in press), 2007.
59. [http://www.eie.gov.tr/turkce/yek/HES/proje/PRJ\\_DUR\\_DAG\\_TAB.xls](http://www.eie.gov.tr/turkce/yek/HES/proje/PRJ_DUR_DAG_TAB.xls), 12 Ocak 2009.
60. Önsoy, H., Akpınar, A. ve Yavuz, O., Türkiye'de Hidroelektrik Enerjide Gelişmeler, Yapı Dünyası, 19 (2006) 53-55
61. <http://www.ere.com.tr/pdf/HIDRO-POT-AB-TR.pdf>, 12 Ocak 2009.
62. Kaygusuz, K., 2002. Sustainable Development of Hydropower and Biomas Energy in Turkey, Energy Conversion and Management, 43, 1099-1120.
63. Kaygusuz, K. ve Kaygusuz, A., 2002. Renewable Energy and Sustainable Development in Turkey, Renewable Energy, 25, 431-453.
64. <http://www.tubitak.gov.tr/btpd/btspd/platform/enerji/bolum6.html>, 12 Ocak 2009.
65. Kaplan, H., Üçüncü, O., Saka, F., Kankal, M. ve Yüksek, Ö., Türkiye'nin Küçük Ölçekli Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Doğu Karadeniz Örneği, Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES'2006), Mayıs 2006, Isparta, 735-744.
66. <http://www.dsi.gov.tr/skatablo/Tablo2.htm>, 12 Ocak 2009.
67. Önsoy, H., Doğu Karadeniz'de Hidroelektrik Enerji Potansiyeli Ve Boşa Akan Sularımız, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 420-421-422 (2002) 4-5-6
68. Uzlu, E., Filiz, M. H., Kömürcü, M. İ., Akpınar, A. ve Yavuz, O., Doğu Karadeniz Havzası'ndaki Küçük Hidroelektrik Santrallerin Durumu, Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES'2008), Aralık 2008, İstanbul, 459-466.
69. Önsoy, H., Ülkemiz ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Hidroelektrik Enerji Potansiyeli, Doğu Karadeniz Bölgesi Enerji Forumu (DOKBEF'2009), 13-15 Kasım 2009, Trabzon, (Yayın Aşamasında).
70. [http://www.tedas.gov.tr/29,Istatistiki\\_Bilgiler.html](http://www.tedas.gov.tr/29,Istatistiki_Bilgiler.html), 02 Mart 2010.

## **7. EKLER**

### **7. 1. Ek Şekiller**

- Ek Şekil 1. Trabzon Bölgesi Havza Haritası
- Ek Şekil 2. Trabzon Bölgesindeki Derelerin Pafta Yerleşim Haritası
- Ek Şekil 3. DSİ XXII. Bölge Müdürlüğü Sahasındaki HES'lerin Bazılarının Genel Vaziyet Planı
- Ek Şekil 4. Bir Hidroelektrik Santralin Temel Bileşenleri
- Ek Şekil 5. Basit bir HES'in Yapısı
- Ek Şekil 6. Trabzon Bölgesindeki Küçük Derelerin Ortalama Kot Çalışma Haritası
- Ek Şekil 7. Solaklı Deresi Ortalama Kot Çalışma Haritası

### **7. 2. Ek Tablolar**

- Ek Tablo 1. Trabzon bölgesindeki küçük dereler
- Ek Tablo 2. Trabzon bölgesindeki küçük derelerin(102 adet) ortalama kot hesabı
- Ek Tablo 3. Solaklı deresinin ortalama kot hesabı
- Ek Tablo 4. Trabzon ilinde işletmede bulunan HES projeleri listesi
- Ek Tablo 5. Trabzon ilinde inşaatı fiilen başlamış bulunan HES projeleri listesi
- Ek Tablo 6. Trabzon ilinde inşaatı başlayabilir durumda bulunan HES projeleri listesi
- Ek Tablo 7. Trabzon ilinde su kullanım anlaşması yapılmış HES projeleri listesi
- Ek Tablo 8. Trabzon ilinde fizibilite aşamasında bulunan HES projeleri listesi

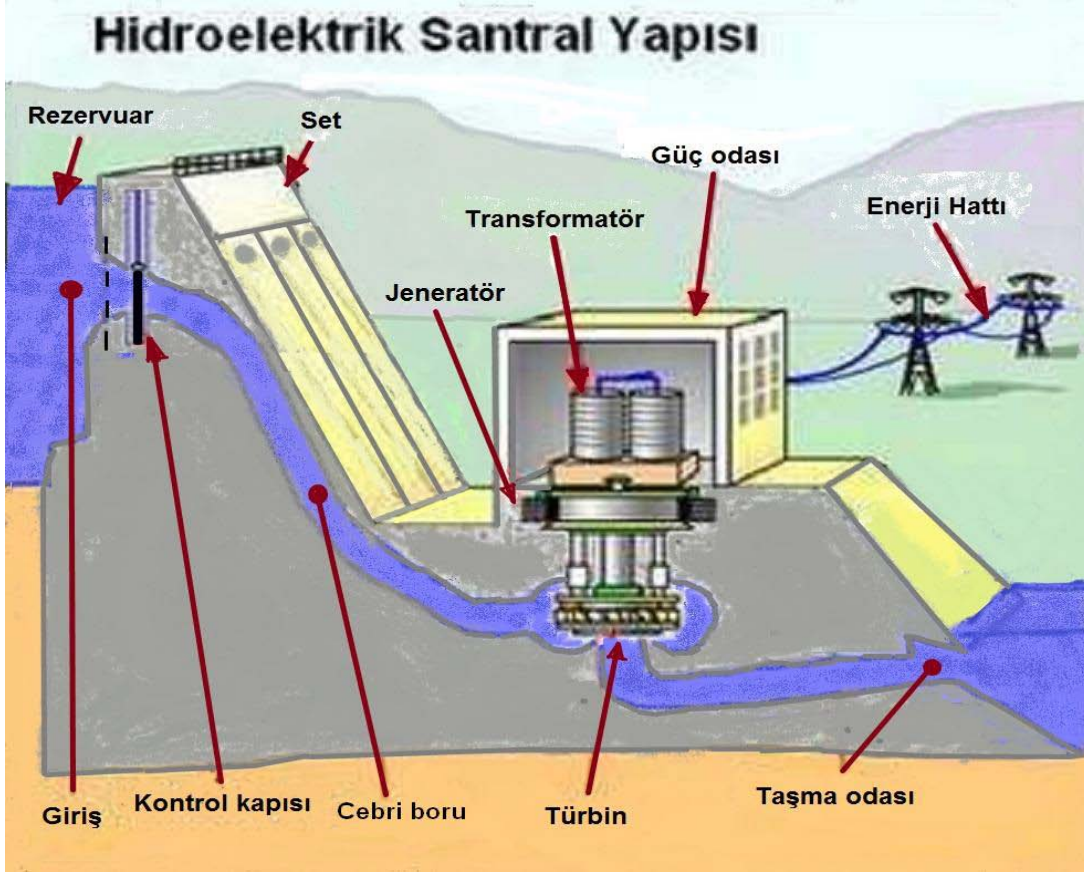




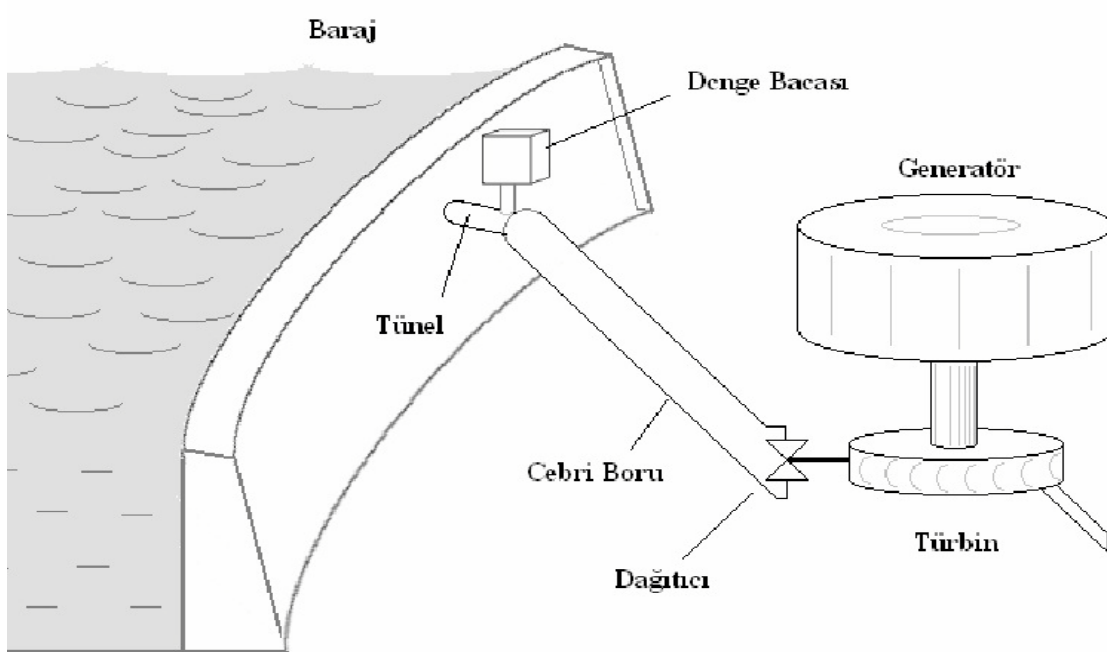




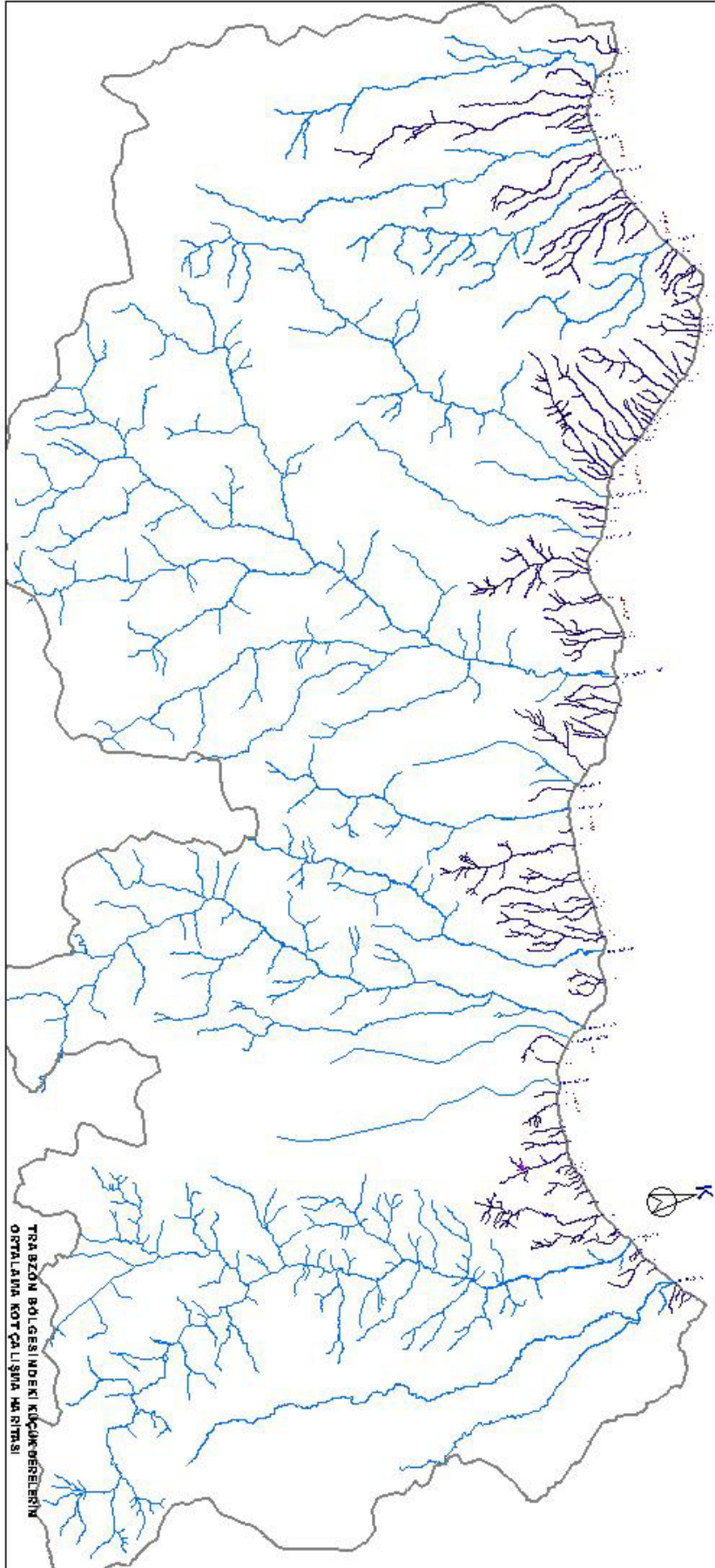
Ek Şekil 3. DSİ XXII. bölge müd. sahasındaki HES'lerin bazılarının genel vaziyet planı

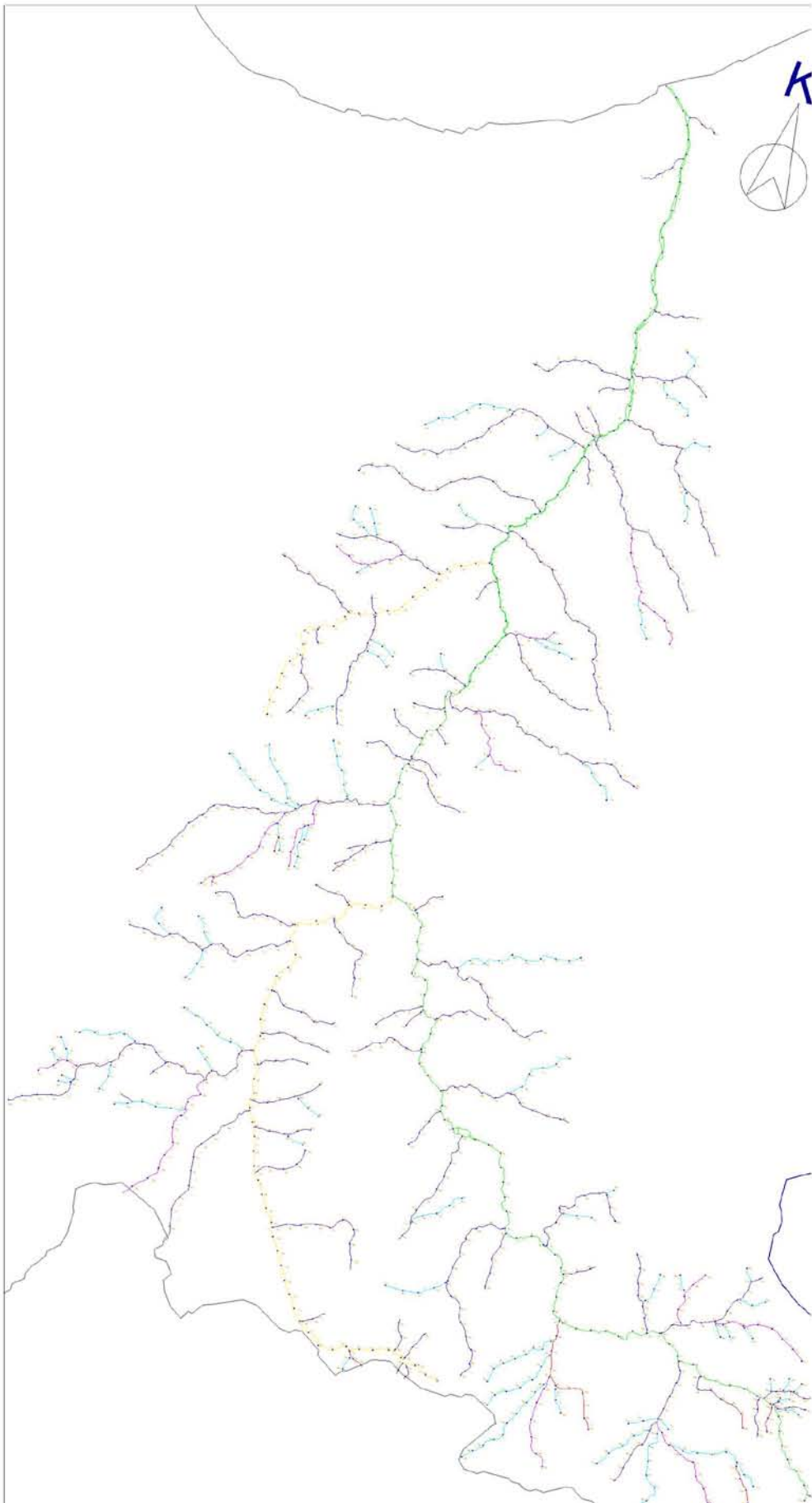


Ek Şekil 4. Bir hidroelektrik santralin temel bileşenleri



Ek Şekil 5. Basit bir HES'in yapısı





## 7. 2. Ek Tablolar

Ek Tablo 1. Trabzon bölgesindeki küçük dereler

1.	CANİK DERESİ	35.	SALACIK DERESİ	69.	KENDİRLİ DERESİ
2.	DEĞİRMEN DERESİ-1	36.	ROSTO DERESİ	70.	RIZVAN DERESİ
3.	TAKAZLI DERESİ	37.	DARICA DERESİ	71.	KAYAK DERESİ
4.	KURBAĞALI DERE	38.	MAKRİYON DERESİ	72.	ÇUBUKLU DERESİ
5.	ÇAMLIK DERESİ	39.	KARAÇAM DERESİ	73.	KANKOL DERESİ
6.	DERİNDERE	40.	SARGANA DERESİ	74.	KALE DERESİ
7.	MOLLAHASAN DERESİ	41.	KAVAKLI DERESİ	75.	VAHA DERESİ
8.	İSİMSİZ-1	42.	LAZLAR DERESİ	76.	ZEYTİNLİK DERESİ
9.	İSİMSİZ-2	43.	KARANTİNA DERESİ	77.	ZARHA DERESİ
10.	YILDIZ DERESİ	44.	KİREÇHANE DERESİ	78.	YATAK DERESİ
11.	KURTULUŞ DERESİ	45.	İSİMSİZ-3	79.	MUSTİLİ DERESİ
12.	AYDOĞDU DERESİ	46.	KANZIGA DERESİ	80.	BALIKLI DERESİ
13.	YALIKÖY DERESİ-1	47.	ORTABURUN DERESİ	81.	KASTEL DERESİ
14.	KÜÇÜKDERE	48.	ÇOBAN DERE	82.	İSİRLİ DERESİ
15.	KALE DERESİ	49.	AKYAZI DERESİ	83.	DEĞİRMEN DERESİ
16.	ZİYARET DERESİ	50.	KONAK DERESİ	84.	KUMRU DERESİ
17.	DEĞİRMEN DERESİ-2	51.	BEŞİRLİ DERESİ	85.	AYNALI DERE
18.	KEREMLİKKÖY DERESİ	52.	KİRLİ DERE	86.	İSİMSİZ-6
19.	KAZNA DERESİ	53.	İSİMSİZ-4	87.	KÖY DERESİ
20.	ÇİFTTEÇEŞME DERESİ	54.	KİSARNA DERESİ	88.	KEMERLİ DERE
21.	KOVA DERESİ	55.	KORMA DERESİ	89.	ÇAMAŞIR DERESİ-2
22.	SOFU DERESİ	56.	KUZGUN DERESİ	90.	MUSTİLİ DERESİ
23.	LİMAN DERESİ	57.	ŞEHİT BATTI DERESİ	91.	GELİNCİK DERESİ
24.	YALIKÖY DERESİ-2	58.	İSİMSİZ-5	92.	İSİMSİZ-7
25.	ÜZÜMLÜ DERESİ	59.	ÇAMAŞIR DERESİ-1	93.	İSİMSİZ-8
26.	TAŞLICA DERESİ	60.	DEVLET ÇEŞMESİ DERESİ	94.	ROSİ DERESİ
27.	KIRAN DERESİ	61.	ÇİME DERESİ	95.	İSİMSİZ-9
28.	MERSİN DERESİ	62.	ZİL DERESİ	96.	İSİMSİZ-10
29.	SİLİK DERE	63.	SANCAK DERESİ	97.	ISTALA DERESİ
30.	GÜNEŞLİ DERESİ	64.	CİNYATAĞI DERESİ	98.	İSİMSİZ-11
31.	GÖKÇEKAYA DERESİ	65.	HARMANLI DERESİ	99.	İSİMSİZ-12
32.	IŞIKLI DERE	66.	SELEN DERESİ	100.	İSİMSİZ-13
33.	ÇATALZEYTİN DERESİ	67.	ARSİN DERESİ	101.	İSİMSİZ-14
34.	ZAVANA DERESİ	68.	IRMAKÖNÜ DERESİ	102.	İSİMSİZ-15

Ek Tablo 2. Trabzon bölgesindeki küçük derelerin(102 adet) ortalama kot hesabı

1. CANİK DERESİ	2. DEĞİRMEN DERESİ-1	3. TAKAZLI DERESİ		4. KURBAĞALI DERE	5. ÇAMLIK DERESİ		6. DERİNDERE	7. MOLLAHASAN DERESİ	
		anakol kotları (m)	yankol kotları (m)		anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)			
8	3	3	13	3	3	535	yankol-1	18	20
25	8	5	28	5	5	545	285	42	60
58	13	8	48	8	5	560	305	55	100
95	18	15	70	15	8	585	345	75	145
118	25	30		25	13	620	395	100	190
	35	45		33	18	655	445	115	240
	45	60		38	23	680	525	135	300
	65	75		45	28	695	610	155	350
	85	90		55	35	705	675	175	
	95	115		63	45	715	yankol-2	195	
	110	140		68	53	725	560	235	
	130	170		75	58	735	635	280	
	145	210		85	65	745	740	320	
	155	245		93	73	755	900	375	
	165	280		98	78	765	yankol-3		
	175	315		110	85	780	560		
	185	345		130	95	800	580		
	200	373		145	105	820	600		
	215			160	113	845	625		
	225			175	118	870	660		
	235			185	125	890	700		
	250			200	135	915	750		
	273			220	143	950	yankol-4		
	298			235	148	985	660		
	230			245	153	1005	695		
				255	158	1020	725		
				273	165	1040	760		
				293	173	1055	795		
				305	178	1065	830		
				320	185	1080	860		
				340	195	1105	yankol-5		
				365	205	1130	1053		
				385	215	1150	1118		
				400	225	1170	1163		
				430	235	1190	1203		
				465	245	1225	1243		
				490	265				
				520	285				
				560	295				
				610	305				
				675	315				
				760	325				
					340				
					360				
					385				
					405				
					420				
					445				
					475				
					510				



Ek Tablo 2'nin Devamı. Trabzon bölgesindeki küçük derelerin(102 adet) ortalama kot hesabı

8. İSİMSİZ-1	9. İSİMSİZ-2	10. YILDIZ DERESİ		11. KURTULUŞ DERESİ	12. AYDOĞDU DERESİ	13. YALIKÖY DERESİ-1	14. KÜÇÜKDERE		
anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)	
23	20	3	yankol-1	10	10	15	8	yankol-1	yankol-3
63	50	8	25	28	25	38	18	13	405
105	70	15	35	43	38	55	23	20	455
150	110	25	45	60	50	75	28	30	505
205	150	33	53	80	60		33	45	555
285	180	38	58		75		38	58	620
		48	68		90		40	68	yankol-4
		58	83		100		48	85	140
		65	95		113		53	103	180
		73	105		128		55	118	215
		78	120		163		55	128	250
		90	135		213		65	145	285
		105	150		253		83	165	310
		115	165		278		98	185	340
		125	180				110	205	395
		135	200				123	225	445
		148	215				140	260	485
		163	230				155	290	545
		180	250				170	315	yankol-5
		200	265				190	360	310
		215	280				215	440	355
		230	310				240	yankol-2	385
		250	335				260	63	415
		275	350				290	73	445
		295	370				335	83	465
		310	390				370	100	490
		335	410				415	115	525
		370	440				460	120	560
		410	475				490	130	615
		440	515				520	150	695
		458	570				545	175	815
		478	645				580	200	yankol-6
		500	735				630	225	445
		515	860				700	250	480
		530	1030				790	280	530
		550	yankol-2					310	585
		575	650					330	665
		610	755					345	805
		645	yankol-3					360	
		690	400					380	
		765	420					410	
			455					445	
			495					475	
			530					505	
			565					535	
			610					580	
			670					610	
			750					645	
			830					705	
			915					770	
			yankol-4					870	
			695					995	
			785					1140	
			890						
			980						





Ek Tablo 2'nin Devamı. Trabzon bölgesindeki küçük derelerin(102 adet) ortalama kot hesabı

41. KAVAKLI DERESİ		42. LAZLAR DERESİ	43. KARANTİNA DERESİ	44. KİREÇHANE DERESİ		45. İSİMSİZ-3	46. KANZİGA DERESİ		47. ORTABURUN DERESİ	
anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankol kotları (m)	anakol kotları (m)	
25	yankol-1	5	15	5	yankol-1	yankol-10	10	5	15	8
55	305	15	45	15	25	265	30	15	40	23
63	370	35	65	25	55	320	55	30	65	40
68	500	58	80	30	90	380	85	50	90	65
75	yankol-2	73	100	30	125	470	115	68	115	115
85	435	95	130	35	158	yankol-11	145	83	170	150
95	485	120	170	45	183	290	170	110	250	170
105	570	140	200	50	yankol-2	370	195	135	325	205
115	yankol-3	163	230	55	80	475	230	175		
125	495	188		65	120	yankol-12	275	230		
135	615	225		75	145	320		285		
145		275		90	180	405		330		
155		320		100	220	495		360		
165		355		105	260	yankol-13		390		
175		395		115	300	330		420		
185		445		125	yankol-3	425		450		
195		510		135	110	500				
210				145	145	yankol-14				
225				153	185	345				
240				158	245	385				
255				168	345	450				
265				183	455	525				
280				200	540	635				
295				213	610	yankol-15				
300				223	yankol-4	590				
300				235	215	665				
310				250	340	yankol-16				
330				265	490	435				
355				275	yankol-5	505				
380				290	235	575				
405				310	360	660				
435				228	yankol-6	yankol-17				
460				243	235	505				
485				260	340	575				
535				380	yankol-7	660				
610				400	250					
690				420	355					
770				450	yankol-8					
865				490	265					
				530	345					
				565	440					
				600	yankol-9					
				640	260					
				695	350					
				745	450					
				810	465					

Ek Tablo 2'nin Devamı. Trabzon bölgesindeki küçük derelerin(102 adet) ortalama kot hesabı

48. ÇOBAN DERE	49. AKYAZI DERESİ	50. KONAK DERESİ	51. BEŞİRLİ DERESİ		52. KİRLİ DERE		53. İSİMSİZ-4	54. KİSARNA DERESİ	
anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)		anakol kotları (m)	yankol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)
18	35	35	3	yankol-1	yankol-8	3	105	13	5
53	103	93	10	118	155	28	135	40	15
90	160	150	15	160	175	58	168	70	25
145	195	185	20	205	190	75	195	105	40
205		210	28	263	208	115	218	143	58
			33	yankol-2	238	165	253		68
			40	123	273	203			80
			50	140	313	240			98
			60	160	yankol-9	273			115
			68	190	238	295			125
			80	215	260	328			133
			95	240	315				150
			105	270	378				173
			110	300	418				203
			118	328	468				240
			130	yankol-3	yankol-10				283
			135	178	280				325
			140	223	320				388
			145	265	365				
			153	yankol-4	410				
			173	270	yankol-11				
			190	285	250				
			195	303	275				
			205	360	308				
			225	yankol-5	363				
			243	135	yankol-12				
			255	155	338				
			265	180	373				
			275	215	435				
			288	253	508				
			298	295	yankol-13				
			310	348	405				
			345	410	458				
			385	yankol-6	513				
			420	338	yankol-14				
			463	yankol-7	388				
			505	143	460				
			558	165	520				
			625	200	yankol-15				
			705	245	458				
				305	515				
				370	573				
				420	633				
				455	690				
				490	760				
				560	yankol-16				
				yankol-7	578				
				395	635				

Ek Tablo 2'nin Devamı. Trabzon bölgesindeki küçük derelerin(102 adet) ortalama kot hesabı

55. KORMA DERESİ		56. KUZGUN DERESİ		57. ŞEHİT BATTI DERESİ	58. İSİMSİZ-5		59. ÇAMAŞIR DERESİ-1		60. DEVLET ÇEŞMESİ DERESİ	61. ÇİME DERESİ	
anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)	anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankol kotları (m)
3	yankol-1	3	yankol-1	40	8	175	8	yankol-1	23	18	75
10	203	10	118	68	20		25	35	60	47	100
15	233	15	135	85	35		50	55	88	78	125
20	258	20	148	100	53		75	75	110	110	155
33	283	30	165	138	70		103	98	138	138	188
43	308	40	185	168	95		133	128	168	170	218
53	yankol-2	55	205	190	125		165	160	193	205	250
63	195	70	225	203	158		203	185	227	238	275
73	235	80	255	215	198		242	210	273	273	295
88	263	90	303	230	233			245	308		313
105	273	103	yankol-2	248	258			280	330		335
130	285	128	170	265	285			315	365		
153	300	153	213	285	320			348			
165	315	173	240	322				375			
178	338	203	275	368				405			
198		220	yankol-3	408				430			
218		235	195					450			
235		250	210					478			
250			225					yankol-2			
260			240					252			
275			253					290			
290								318			
310								350			
330								383			
353								418			

Ek Tablo 2'nin Devamı. Trabzon bölgesindeki küçük derelerin(102 adet) ortalama kot hesabı

62. ZİL DERESİ		63. SANCAK DERESİ	64. CİNYATAĞI DERESİ	65. HARMANLI DERESİ		66. SELEN DERESİ		67. ARSİN DERESİ
anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)		anakol kotları (m)	anakol kotları (m)
3	yankol-1	8	25	10	yankol-1	yankol-12	8	yankol-1
10	132	25	68	22	75	485	20	173
15	192	40	85	25	yankol-2	558	33	205
20	235	55	133	27	178	628	42	283
30	260	75		32	220	yankol-13	55	yankol-2
40	283	93		40	270	565	65	263
55	308	110		50	347	650	70	yankol-3
73	338	130		55	470	745	78	220
85	358	142		55	yankol-3	yankol-14	88	260
95	yankol-2	155		55	323	750	105	300
105	165	185		60	390	845	123	
115	185	230		68	yankol-4		138	
128	205	275		75	252		158	
143	228	318		85	330		188	
158	250			92	393		215	
178	270			98	480		250	
203	288			102	yankol-5		283	
220	yankol-3			115	290		320	
230	258			130	320		370	
240	300			147	353			
250	345			168	385			
268	yankol-4			180	418			
290	283			195	463			
320	350			195	510			
368	400			210	550			
410	420			230	630			
438	445			240	705			
463	yankol-5			260	yankol-6			
480	335			285	610			
498	430			300	735			
523	465			325	yankol-7			
	yankol-6			380	730			
	323			428	yankol-8			
	388			440	705			
	445			458	yankol-9			
	498			493	407			
				525	492			
				515	555			
				585	608			
				620	655			
				690	723			
				765	yankol-10			
				835	490			
					550			
					608			
					663			
					720			
					yankol-11			
					610			
					705			

Ek Tablo 2'nin Devamı. Trabzon bölgesindeki küçük derelerin(102 adet) ortalama kot hesabı

68. IRMAKÖNÜ DERESİ		69. KENDİRLİ DERESİ		70. RIZVAN DERESİ	71. KAYAK DERESİ		72. ÇUBUKLU DERESİ		73. KANKOL DERESİ	
anakol kotları (m)	yankol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankol kotları (m)	anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)	anakol kotları (m)	yankolların kotları (m)
13	100	5	yankol-1	8	15	155	3	yankol-1	13	yankol-1
33		12	113	20	38		10	60	33	110
53		18	145	30	50		15	70	50	125
98		22	yankol-2	40	60		18	85	68	140
152		33	173	53	70		22	103	80	163
188		42	210	68	80		25	115	95	193
205		50	230	88	93		25	130	130	yankol-2
227		57	240	118	110		30	153	163	193
		62	280	140	140		35	178	188	
		70	327	160	168		37	212		
		83	yankol-3	185	188		42	243		
		92	388	205			50	268		
		100		232			58	yankol-2		
		115					62	108		
		133					68	128		
		150					72	158		
		168					80	183		
		183					90	28		
		198					103	227		
		213					118	240		
		252					130	248		
		240					150	258		
		263					170	273		
		283					178	yankol-3		
		325					182	153		
		375					193	yankol-4		
		443					208	255		
		525					220	yankol-5		
		605					240	103		
							275	120		
							318	140		
							360	152		
							403	158		
							477	173		
								193		
								210		
								225		
								255		
								308		
								362		
								420		
								475		
								yankol-6		
								247		
								300		
								385		
								yankol-7		
								185		
								195		
								yankol-8		
								348		
								423		
								525		







Ek Tablo 2'nin Devamı. Trabzon bölgesindeki küçük derelerin(102 adet) ortalama kot hesabı

97. İSTALA DERESİ		98. İSİMSİZ-11	99. İSİMSİZ-12	100. İSİMSİZ-13	101. İSİMSİZ-14	102. İSİMSİZ-15
anakol kotları (m)	yankol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)	anakol kotları (m)
3	33	8	5	20	15	8
8	45	30	30	60	40	38
13	73	73	60	120	88	105
15	95		75		135	
23	125		90		180	
33			118			
45			153			
55			185			
63			225			
75						
93						
115						
135						
155						
190						
233						
<b>ORTALAMA KOT = 243.3 m</b>						

Ek Tablo 3. Solaklı deresinin ortalama kot hesabı

Anakol Kotları (m)			( 1. - 32. ) Yankolların Kotları (m)											
5	300	1445	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	310	1475	230	585	45	70	130	128	215	290	140	170	145	255
18	330	1505	280	610	130	130	178	145	260	365	175	305	170	315
23	345	1535	295	630		220	335	200	295		215		190	
35	370	1565	340	645				255			265		210	
50	385	1600	385	670				290			320		250	
58	395	1625	400	725				340			365		310	
63	410	1645	440	785							445		365	
68	415	1725	500	815									480	
73	425	1855	550	825									620	
78	450	1970	605	835									730	
83	485	2070	650	845									915	
88	520	2150	675	855									1115	
93	555	2205	700	865										
98	572	2320	745	875										
103	577	2460	815	885										
108	605	2540	930	905	490	210	188	133	320	670	153	225	198	390
113	655	2595	1130	925	660	415	395	138	480	735	168	350		410
118	705	2685	1390	935				145	555	850	173			470
123	735	2810	1620	945				155	620		178			580
125	745	2925		970				165	645		183			700
125	755	3018		1000				175	655		188			880
128	785			1040				210	675		215			
130	805			1122				300	755		270			
130	840			1182				395	900		335			
130	900			1195				485	1050		455			
135	920			1210				595			585			
140	975			1235				735			670			
143	1025			1270				895			745			
148	1055			1335							855			
153	1075			1450							990			
158	1080			1545										
165	1085			1610										
173	195			1680										
178	1105			1725	225	168	315	235	430	385	480	645	650	825
180	115			1787	365	175	465	320	605	405	515		875	855
180	1125			1877		185	505	390		435	700			885
185	1135			2065		195	565	505		470	945			
195	1145			2098		220	640			515	1085			
200	1150			2180		255	705			680				
205	1150			2203		320	780			915				
215	1160			2225		375	870			1135				
225	1190			2250		490	955							
235	1225			2288		610	1050							
245	1260			2348		690	1170							
255	1295			2398		770	1315							
265	1325					850	1440							
280	1355					975	1555							
290	1385						1660							
295	1415						1725							



Ek Tablo 3'ün Devamı. Solaklı deresinin ortalama kot hesabı

<b>( 87. - 166. ) Yankolların Kotları (m)</b>																	
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
1000	1215	1345	1845	700	770	1000	870	1040	950	980	1075	1720	1130	1255	2355	1185	2040
1135	1290	1490	2065	915	845	1110	1095		1180	1225	1225	1820	1260	1505	2460	1280	2240
1385	1410	1572			915	1245	1445		1460	1450	1375	1955	1445	1655	2605	1415	2390
1650	1645	1950			1040	1380				1675	1500	2055		1835	2745	1555	2543
1830		2170			1205	1490				1875	1630	2150		2035		1680	
1955		2295			1340	1595					1765			2175		1830	
2100		2410			1490	1750					1905			2275		1945	
2250		2505			1665	1915					2085			2415		1990	
2370					1850	2090					2265					2065	
					2045											2175	
					2215											2285	
																2395	
																2503	
105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122
1290	1205	1665	2015	1340	1600	1915	2125	2140	2270	2145	2340	1695	1990	2035	1985	2145	2285
1575	1280	1970		1615	1655	2048				2315		1785	2260		2105	2335	2450
1865	1485				1720	2208						1825			2235	2455	2550
2130	1670				1815	2345						1870			2295	2585	2595
	1765				1915	2495						1930			2345	2735	2650
	1865				2015	2645						1995			2395	2845	2705
	2060				2095	2825						2185			2455		2755
	2230				2235							2405			2465		
												2520					
												2620					
123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
2265	2255	2380	2455	2555	2680	2260	2205	2400	2265	2230	1890	1770	2270	1625	2070	995	1005
2380	2355				2705	2315	2450		2295	2275	1970	1905		1745	2275	1225	1275
2485	2535				2765					2350	2050	2110		1950		1450	1600
2560	2685				2845						2130	2403		2120		1725	1850
					2920						2210			2260			
											2325			2475			
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158
1075	1090	1575	1070	1575	725	1113	1135	910	2070	1030	1238	2545	2173	2220	2285	2310	2370
1350	1210	1825	1230		963		1315	1030		1245			2190		2360		
1655	1330		1435		1115		1505	1240									
	1470		1625		1260			1445									
	1705				1465			1675									
								1900									
								2020									
159	160	161	162	163	164	165	166										
2295	1405	1535	1613	1820	2470	1925	1948										
2358	1488	1625	1835	1940	2670	2070	2108										
	1588	1710	1985	2105		2245											
	1745	1800	2130	2295		2400											
	1990	1910	2275	2415		2520											
	1995	2045	2425	2518		2610											
	2110	2265		2688		2715											
	2235					2795											
	2413					2835											
<b>ORTALAMA KOT = 1266.09 m</b>																	

Ek Tablo 4. Trabzon Bölgesinde işletmede bulunan HES projeleri listesi [DSİ 22. Bölge Müdürlüğü].

SIRA NO	HİDROELEKTRİK SANTRALIN ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		ADET	KURULU GÜÇ MW	TOPLAM ENERJİ GWh	FİRM ENERJİ GWh	PROJEYİ ÜRETEN
		İLÇE	AKARSU ADI					
1	SARMAŞIK I HES	HAYRAT	MAKİ DERESİ	1	20.00	95.33	31.84	TÜZEL
2	YUK. MANAHOZ R.VE HES	KÖPRÜBAŞI	MANAHOZ DERE	1	22.86	78.76	21.68	TÜZEL
3	SARMAŞIK II HES (Ek Anlaş.)	HAYRAT	MAKİ DERESİ	1	21.74	108.06	37.66	TÜZEL
<b>TOPLAM</b>				<b>3</b>	<b>64.60</b>	<b>282.15</b>	<b>91.18</b>	

Ek Tablo 5. Trabzon Bölgesinde inşaatı fiilen başlamış bulunan HES projeleri listesi [DSİ 22. Bölge Müdürlüğü].

SIRA NO	HİDROELEKTRİK SANTRALIN ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		ADET	KURULU GÜÇ MW	TOPLAM ENERJİ GWh	FİRM ENERJİ GWh	PROJEYİ ÜRETEN
		İLÇE	AKARSU ADI					
1	ERİKLİ-AKOCAK REG.LERİ VE AKOCAK HES	ARAKLI	KARADERE	1	81.00	257.44	48.19	DSİ
2	ÇANAKCI REG.VE HES	VAKFIKEBİR	ÇANAKÇI DERE	1	9.46	37.25	7.70	EİE
3	SELİMOĞLU REG.VE HES-Rev.	ARSİN	YANBOLU DERE	1	9.33	31.97	7.36	EİE
4	ÇAMLİKAYA HES	ÇAYKARA	KARAÇAM	1	7.00	27.20	4.85	TÜZEL
5	BANGAL REG. VE KUŞLUK HES (Rev.)	ARAKLI	YAĞMUR DERE	1	17.00	55.67	11.55	TÜZEL
6	YILDIZLI REG. VE HES	AKÇAABAT	YILDIZLI D.	1	1.20	5.64	0.93	TÜZEL
<b>TOPLAM</b>				<b>6</b>	<b>124.99</b>	<b>415.16</b>	<b>80.58</b>	

Ek Tablo 6. Trabzon Bölgesinde inşaata başlayabilir durumda bulunan HES projeleri listesi [DSİ 22. Bölge Müdürlüğü].

4628 Sayılı EPK'unca GELİŞTİRİLEN HİDROELEKTRİK SANTRAL PROJELERİ LİSTESİ (İNŞAATA BAŞLAYABİLİR DURUMDA BULUNAN)								
SON GÜNCELLEME TARİHİ: 15.06.2009								
SIRA NO	HİDROELEKTRİK SANTRALIN ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		ADET	KURULU GÜÇ MW	TOPLAM ENERJİ GWh	FİRM ENERJİ GWh	PROJEYİ ÜRETEK
		İLÇE	AKARSU ADI					
1	ÇAMBAŞI REG. VE HES	ÇAYKARA	SOLAKLI DERE	1	45.00	200.51	49.21	DSİ
2	ÇAYKARA REG. VE HES (2.rev.)	ÇAYKARA	SOLAKLI DERE	1	27.00	114.94	21.35	DSİ
3	UZUNGÖL-II REG VE HES	ÇAYKARA	HALDİZEN	1	9.00	31.00	15.00	DSİ
4	ÜÇHARMANLAR R.VE HES	OF	BALTACI	1	10.00	50.00	19.00	DSİ
5	AYVADERE REG. VE HES	ARAKLI	KARADERE	1	10.00	40.00	26.00	EİE
6	CİNALI REG. VE HES	MAÇKA	GALYAN	1	5.72	19.09	3.55	EİE
7	HORYAN REG. VE HES (Rev.-ilave rev.)	ARAKLI	HORYAN DERE	1	5.68	21.06	5.29	EİE
8	MANAHOZ REG. VE HES	SÜRMENE	MANAHOZ DERE	1	4.53	16.84	3.98	EİE
9	ORTAÇAĞ REG.VE HES	ARAKLI	KARADERE	1	7.70	31.76	16.65	EİE
10	SEYDİOĞLU REG. VE HES	YOMRA	YOMRA DERE	1	2.28	11.24	3.42	EİE
11	ATAKÖY HES (rev.)	ÇAYKARA	KARAÇAM DERE	1	5.00	19.20	3.81	TÜZEL
12	AMASTAL REG. VE HES (rev.)	MAÇKA	AMASTAL DERE	1	9.13	29.62	6.92	TÜZEL
13	YANBOLU REG. VE HES	ARŞİN	YANBOLU DERE	1	8.44	29.66	9.24	TÜZEL
14	KÖPRÜYANI R. VE HES	MAÇKA	DEĞİRMENDERE	1	10.00	35.77	8.00	TÜZEL
15	KEMERÇAYIR REG.VE HES	OF	BALTACI DERE	1	11.70	47.38	16.37	TÜZEL
16	ÜÇHANLAR REG. VE HES	OF	BALTACI DERE	1	9.75	41.34	12.42	TÜZEL
17	KAYALIK REG. VE HES	VAKFIKEBİR	KAYALIK DERESİ	1	3.93	14.63	4.65	TÜZEL
18	BALKODU-I REG. VE HES-rev.2	ÇAYKARA	BALKODU DERE	1	9.10	29.32	4.24	TÜZEL
19	BALKODU-II REG. VE HES-rev.2	ÇAYKARA	KAVLATAN DERE	1	6.43	22.10	3.90	TÜZEL
20	TONYA I-II REG. VE HES	MAÇKA	KARIKAR DERE	1	2.50	10.51	2.56	TÜZEL
21	GÜNAYŞE REG.VE HES-Rev.	KÖPRÜBAŞI	MANAHOZ DERE	1	8.45	33.24	9.85	TÜZEL
22	AKÇA REG. VE HES	VAKFIKEBİR	KIRAZLIK DERE	1	4.77	11.01	0.00	TÜZEL



Ek Tablo 6'nın Devamı. Trabzon Bölgesinde inşaata başlayabilir durumda bulunan HES projeleri listesi [DSİ 22. Bölge Müdürlüğü].

4628 Sayılı EPK'unca GELİŞTİRİLEN HİDROELEKTRİK SANTRAL PROJELERİ LİSTESİ (İNŞAATA BAŞLAYABİLİR DURUMDA BULUNAN)								
SON GÜNCELLEME TARİHİ: 15.06.2009								
SIRA NO	HİDROELEKTRİK SANTRALIN ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		ADET	KURULU GÜÇ MW	TOPLAM ENERJİ GWh	FİRM ENERJİ GWh	PROJEYİ ÜRETEK
		İLÇE	AKARSU ADI					
23	CUNİŞ REG. VE HES	HAYRAT	CUNİŞ DERE	1	6.90	29.26	8.84	TÜZEL
24	CEVHER-I-III-IV-V REG. VE CEVHER-I-HES	MAÇKA	TAŞDERE-YURT	1	5.50	23.25	5.37	TÜZEL
25	CEVHER-II REG. VE HES	MAÇKA	MADEN (ACISU)	1	3.50	14.93	3.50	TÜZEL
26	AÇMA REG. VE HES Ger. Rap.)	KÖPRÜBAŞI	MANAHOZ DERE	1	2.40	9.61	2.39	TÜZEL
27	VİZARA REG. VE HES	KÖPRÜBAŞI	MANAHOZ DERE	1	7.00	30.79	7.59	TÜZEL
28	DEREBAŞI HES	ÇAYKARA	BÜYÜKDERE	1	10.65	33.86	4.69	TÜZEL
29	GÜNEŞLİ II HES (Rev.)	OF	SOLAKLI DERE	1	12.60	33.32	12.41	TÜZEL
30	ATM-I REG. VE HES	ÇAYKARA	KÖKNAR DERE	1	5.00	20.45	4.20	TÜZEL
31	BERRAKSU REG. VE I-II HES	ARSİN	YANBOLU DERE	1	10.60	48.05	10.19	TÜZEL
32	ÇAĞLAYAN REG. VE HES (Rev)	HAYRAT	KARÇAL DERE	1	6.00	24.34	8.41	TÜZEL
33	ARCA REG. VE HES-rev.	OF	SOLAKLI DERE	1	16.35	58.18	9.16	TÜZEL
34	ARISU REG. VE HES	MAÇKA	MADEN DERE	1	3.16	13.70	2.54	TÜZEL
<b>TOPLAM</b>				<b>34</b>	<b>305.76</b>	<b>1.199.96</b>	<b>324.70</b>	

Ek Tablo 7. Trabzon Bölgesinde su kullanım anlaşması yapılmış HES projeleri listesi [DSİ 22. Bölge Müdürlüğü].

SIRA NO	HİDROELEKTRİK SANTRALİN ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		ADET	KURULU GÜÇ MW	TOPLAM ENERJİ GWh	FİRM ENERJİ GWh	PROJEYİ ÜRETEN
		İLÇE	AKARSU ADI					
1	GÜNEYCE BAR. VE HES (Rev.)	OF	İYİDERE	1	62.00	301.81	184.91	DSİ
2	SAMAN REG. VE HES (rev.)	MAÇKA	MAÇKA DERE	1	29.06	66.64	3.58	DSİ
3	ÇANKAYA BARAJI VE HES	ARAKLI	KARADERE	1	90.00	258.04	195.61	EİE
4	İFTELAN REG. VE HES	ARSİN	YANBOLU DERE	1	7.09	41.00	16.00	EİE
5	KAYACAN (KÖSECİK REG)	TONYA	FOL DERE	1	8.60	32.00	5.00	EİE
6	ORTAKÖY - FOLDERE REG. VE HES	TONYA	FOL DERE	1	1.61	8.00	1.00	EİE
7	YAYLABAŞI REG. VE HES (rev.)	MAÇKA	YAYLABAŞI D.	1	26.02	57.54	0.87	TÜZEL
8	DÜZKÖY REG. VE HE-Rev.	DÜZKÖY	KALEDERE	1	4.52	18.07	4.49	TÜZEL
9	ARAKLI-I REG. VE HES	ARAKLI	ÇUKURÇAYIR	1	6.52	25.08	17.80	TÜZEL
10	YAĞMUR REG. VE HES-rev.1	KÖPRÜBAŞI	MANAHOZ DERE	1	8.79	31.51	0.67	TÜZEL
11	ÇAMLI REG. VE HES	VAKFIKEBİR	FOL DERE	1	7.06	28.09	4.01	TÜZEL
12	ESENTEPE REG. VE HES	OF	ÖGENE DERE	1	16.76	53.71	8.48	TÜZEL
13	YANBOLU REG. VE HES	ARSİN	YANBOLU DERE	1	6.90	31.03	6.61	TÜZEL
<b>TOPLAM</b>				<b>13</b>	<b>274.92</b>	<b>952.51</b>	<b>449.03</b>	

Ek Tablo 8. Trabzon Bölgesinde fizibilite aşamasında bulunan HES projeleri listesi [DSİ 22. Bölge Müdürlüğü].

SIRA NO	HİDROELEKTRİK SANTRALIN ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		KURULU GÜÇ MW	TOPLAM ENERJİ GWh	FİRM ENERJİ GWh	PROJEYİ ÜRETEN
		İLÇE	AKARSU ADI				
1	UZUNGÖL-1 REG. VE HES	ÇAYKARA	HALDİZEN	28.21	80.48	12.70	DSİ
2	BAYRAKTAR REG. VE HES (Rev.)	ARAKLI	HORYAN DERE	1.28	7.16	3.53	EİE
3	KADİRALAK REG.VE HES	VAKFIKEBİR	KADİRALAK	1.20	6.37	1.71	EİE
4	KÜÇÜKDERE REG.VE HES	ARAKLI	KÜÇÜKDERE	2.32	14.00	7.00	EİE
5	VARLIK REG. HES	TONYA	FOL DERE	3.73	15.00	2.00	EİE
6	AKHİSAR REG. VE HES Rev.	ŞALPAZARI	AKHİSAR DERE	1.81	7.21	0.60	EİE
7	SOLAKLI REG. VE HES (Rev.)	OF	SOLAKLI DERE	1.40	4.45	0.44	EİE
8	HOLO REG. VE HES (Rev.)	OF	HOLO DERE	2.33	7.70	1.00	EİE
9	OYLUM I-II REG. VE I-II HES	ARAKLI	KÜÇÜKDERE	8.10	32.70	8.16	TÜZEL
10	ÇARK REG. VE HES	OF	ÇARK DERE	2.49	8.71	0.83	TÜZEL
11	ARAKLI-3 HES (Rev.2)	ARAKLI	HALİLOĞLU D.	0.65	3.46	1.24	TÜZEL
12	KURTALİ REG. VE HES	ÇAYKARA	ALİSOSTAL D.	1.54	4.24	0.90	TÜZEL
13	ŞİRİN REG. VE HES	ÇAYKARA	EĞRİDERE	6.24	16.45	2.50	TÜZEL
14	SUKENARI REG. VE HES	MAÇKA	DEĞİRMENDERE	6.50	21.64	1.00	TÜZEL
15	OYLUM III REG. VE HES	ARAKLI	KÜÇÜKDERE	5.00	21.83	6.19	TÜZEL
16	ARSLANCA REG. VE HES	ARAKLI	KARADERE	2.3	9.32	2.12	TÜZEL
17	YÜZÜNCÜ YIL REG. VE HES	MAÇKA	DEĞİRMENDERE-KALYON	12.201	30.994	2.342	TÜZEL
18	KÖPRÜBAŞI REG. VE HES	KÖPRÜBAŞI	MANAHOZ DERE	8.20	31.00	6.91	TÜZEL
19	KILIÇLI REG. VE HES	ARSİN	YANBOLU DERE	15.9	59.84	13.72	TÜZEL
20	HAVRAS HES	ARAKLI	KARADERE-ERİKLİ	9.72	25.57	2.10	TÜZEL
21	GEYİKLİ REG. VE HES	ŞALPAZARI	ADAMBİLMEZ	1.06	3.80	0.60	TÜZEL
22	AĞASAR REG. VE HES	ŞALPAZARI	ADAMBİLMEZ	3.85	12.96	2.34	TÜZEL
23	YEŞİLALAN REG. VE HES	ÇAYKARA	KOZNO DERE	1.29	5.62	-	TÜZEL
14	SUKENARI REG. VE HES	MAÇKA	DEĞİRMENDERE	6.50	21.64	1.00	TÜZEL
15	OYLUM III REG. VE HES	ARAKLI	KÜÇÜKDERE	5.00	21.83	6.19	TÜZEL
16	ARSLANCA REG. VE HES	ARAKLI	KARADERE	2.3	9.32	2.12	TÜZEL

Ek Tablo 8'in Devamı.Trabzon Bölgesinde fizibilite aşamasında bulunan HES projeleri listesi [DSİ 22. Bölge Müdürlüğü].

SIRA NO	HİDROELEKTRİK SANTRALIN ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		KURULU GÜÇ MW	TOPLAM ENERJİ GWh	FİRM ENERJİ GWh	PROJEYİ ÜRETEN
		İLÇE	AKARSU ADI				
17	YÜZÜNCÜ YIL REG. VE HES	MAÇKA	DEĞİRMENDERE-KALYON	12.201	30.994	2.342	TÜZEL
18	KÖPRÜBAŞI REG. VE HES	KÖPRÜBAŞI	MANAHOZ DERE	8.20	31.00	6.91	TÜZEL
24	MAVİ HES	MAÇKA	DEĞİRMENDERE	8.041	25.143	4.041	TÜZEL
25	VOLKAN HES	ÇAYKARA	BALKODU DERESİ	1.84	5.61	0.78	TÜZEL
26	DEREİÇİ HES	MAÇKA	ACISU-YAYLA DERE	3.67	12.30	2.56	TÜZEL
27	DERİN HES	MAÇKA	ACISU-YAYLA DERE	3.70	14.60	1.30	TÜZEL
28	DERİNDERE HES	TONYA	DERİNDERE	0.34	1.12	0.07	TÜZEL
29	NURSU REG. VE HES	OF	BÖLÜMLÜ DERESİ	1.33	6.84	0.53	TÜZEL
30	ARAKLI KAÇKAR REG. VE HES	ARAKLI	HARMAN VE KÜÇÜK D.	3.818	13.459	3.535	TÜZEL
31	KARAKAYA REG. VE HES	MAÇKA	BEKÇİLER VE KARAHAVA DERELERİ	4.55	16.34	3.18	TÜZEL
32	DEĞİRMEN REG. VE HES	YOMRA	YANBOLU-ERZURUM DERELERİ	7.58	27.99	6.35	TÜZEL
33	TURNAGÖL I REG. VE HES	MAÇKA	HAMSİKÖY- TURNAGÖL DERELERİ	2.00	4.56	0.29	TÜZEL
34	TURNAGÖL II REG. VE HES	MAÇKA	HAMSİKÖY- TURNAGÖL DERELERİ	4.144	9.91	2.468	TÜZEL
35	ÇANAK I-II-III REG. VE HES	MAÇKA	ORTA-KEVSUT-HAC- KABANBAŞI DERELERİ	10.031	29.531	5.79	TÜZEL
36	DOĞAN REG. VE HES	MAÇKA	ŞİMŞİRLİ (KUŞTUL) DERESİ	4.7	17.08	1.994	TÜZEL
37	ÖZDİL REG. VE HES	YOMRA	YOMRA DERESİ	4.83	18.09	15.24	TÜZEL
38	HADİ REG. VE HES	ÇAYKARA	MALTEPE ( HADİ ) DERESİ	5.90	21.40	6.00	TÜZEL
39	MALTEPE REG. VE HES	ÇAYKARA	MALTEPE ( HADİ ) DERESİ	5.266	14.069	1.213	TÜZEL
40	YEŞİLÇAMLIK REG. VE HES	ÇAYKARA	DERNİYOZ DERESİ	0.475	2.057	0.751	TÜZEL
41	BİGA I-II-III-IV REG. VE HES	MAÇKA	MERYEMANA-GIRLAVU-KARAHAYA D.	1.632	6.00	1.00	TÜZEL
42	ÇINAR HES	AKÇAABAT	SÖĞÜTLÜ (KALE) DERESİ	4.71	15.36	1.86	TÜZEL
43	SÖĞÜT HES	AKÇAABAT	SÖĞÜTLÜ (KALE) DERESİ	9.95	33.76	4.22	TÜZEL
44	KAYIN HES	AKÇAABAT	SÖĞÜTLÜ (KALE) DERESİ	5.49	18.43	2.5	TÜZEL

Ek Tablo 8'in Devamı.Trabzon Bölgesinde fizibilite aşamasında bulunan HES projeleri listesi [DSİ 22. Bölge Müdürlüğü].

SIRA NO	HİDROELEKTRİK SANTRALİN ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		KURULU GÜÇ MW	TOPLAM ENERJİ GWh	FİRM ENERJİ GWh	PROJEYİ ÜRETEN
		İLÇE	AKARSU ADI				
45	GÖKSEL I-I.a REG. VE HES	HAYRAT	KAÇKAR-SEMERDAĞ-GERİ DERELERİ	4.48	18.39	5.74	TÜZEL
46	SEDİR HES	AKÇAABAT	SÖĞÜTLÜ (KALE) DERESİ	7.2	24.93	3.09	TÜZEL
47	ÇINAR REG. VE HES	ÇAYKARA	BALKODU DERESİ	9.4	27.51	5.07	TÜZEL
48	MEŞE REG. VE HES	ÇAYKARA	KAVLATAN DERESİ	0.746	1.846	-	TÜZEL
49	MERYEMANA REG. VE HES	MAÇKA	MERYEMANA DERESİ	4.01	14.97	4.27	TÜZEL
50	GÜVEN REG. VE HES	ÇAYKARA	HALDİZEN - SİRÖN DERELERİ	3.75	9.69	1.43	TÜZEL
51	DERİN REG. VE HES	ÇAYKARA	SOLAKLI - EĞRİ (YEŞİLALAN) DERESİ	1.95	5.12	-	TÜZEL
52	KARADERE REG. VE HES	ARAKLI	KARADERE VE ÇATMA DERELERİ	4.51	9.697	0.14	TÜZEL
53	GÖKÇEKÖY REG. VE HES	ŞALPAZARI	GÖRELE - CİBA VE GÖKÇEKÖY DERELERİ	4.08	19.34	2.39	TÜZEL
54	MEHMETLİ HES	MAÇKA	HORTEN DERESİ VE YAN KOLU	1.096	3.3	1.017	TÜZEL
55	KUTLU REG. VE HES	ÇAYKARA	SOLAKLI- AKKÖSE DERELERİ	3.24	14.5	10.98	TÜZEL
56	LALE REG. VE HES	ARAKLI	KARA VE TOROSLU DERELERİ	1.738	3.137	-	TÜZEL
<b>TOPLAM</b>				<b>267.50</b>	<b>896.59</b>	<b>179.73</b>	

## ÖZGEÇMİŞ

Mustafa Kemal ŞAHİN, 1965 yılında Trabzon ilinin Yomra ilçesinde doğdu. İlk ve ortaokulu Yomra'da, liseyi Trabzon Lisesi'nde okudu. 1987 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimini tamamladı.

Aynı yıl DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Gümüşhane Şubesinde İnşaat Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 2004 yılına kadar 16 yıl boyunca sırasıyla Telme, Toplukonak, İngözü, Yeşilbük Göletlerinin, Demirözü ve Köse Barajlarının Kontrol Mühendisliklerini yaptı. Ayrıca bu süre içerisinde onlarca sulama, regülatör, yol, menfez, köprü, taşkın koruma, vb. işlerin ihale, kontrollük ve kesin hesaplarını yaptı. Bu işlerin yanı sıra 15 yıl boyunca da Proje İnşaat Başmühendisliği veya Yardımcılığı görevini yürüttü.

2004 yılından 2009 yılı sonuna kadar Trabzon'da DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Proje İnşaat Şube Müdürlüğü'nde yapılan her tür işte bölge adına teknik inceleme ve kontrollük görevini yürüttü.

2005 yılı boyunca da Asliye Hukuk Mahkemelerinde Kamulaştırma Bilir Kişiliği yaptı. Yeni uygulama gereğince 2009 yılında açılan bilirkişilik kursunu yüksek dereceyle tamamlayarak 2010 yılında da "Bilir Kişi" olarak görevlendirildi.

1999 yılında A.Ü. İktisat Fakültesi Kamu Yönetimi bölümünü, 2007 yılında da Açık Öğretim Fakültesi Dış Ticaret Bölümünü bitirerek 3 fakülte mezunu oldu.

Şu an itibariyle de Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği bölümünde ki Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir.

Evli ve 4 çocuk babasıdır. İyi derecede İngilizce bilmektedir.